



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



PROYECTO FINAL DE CARRERA



PANEL INFORMATIVO MEDIOAMBIENTAL

MEMORIA

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE
ZARAGOZA

HOJA DE IDENTIFICACIÓN
PROYECTO FINAL DE CARRERA

PANEL INFORMATIVO MEDIOAMBIENTAL

TITULACIÓN: INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
ESPECIALIDAD: ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
CURSO: 2011/2012

Autor:

- *Javier Gil Cabrejas*

Titulación: Ingeniero Técnico Industrial por la Universidad de Zaragoza

Especialidad: Electrónica Industrial

DNI: 72889526-L

Dirección: C/ Ildefonso Manuel Gil, nº30, 4ºC

Localidad: Zaragoza

Teléfono: 685502316

Correo electrónico: javi86dz@yahoo.es

Director del proyecto: Manuel Torres Portero
Departamento: Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación
Área: Expresión Gráfica
Despacho: C5-3-12. Edificio Torres Quevedo

Fecha y Firma

Javier Gil Cabrejas

Zaragoza a 15 de febrero 2012

INDICE

1.	ENUNCIADO DEL PROYECTO	6
2.	OBJETO	7
3.	ALCANCE	7
4.	ANTECEDENTES	7
4.1.	VARIABLES METEOROLÓGICAS	8
4.1.1.	TEMPERATURA	8
4.1.2.	HUMEDAD	9
4.1.3.	CALIDAD DEL AIRE	10
4.1.3.1.	GASES DETERMINANTES DE LA CALIDAD DEL AIRE	10
4.1.3.2.	MEDIDA DE LA CALIDAD DEL AIRE	14
5.	REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	14
6.	ANÁLISIS DE SOLUCIONES	15
6.1.	ALTERNATIVAS	15
6.1.1.	ELECCIÓN DE SENSORES	15
6.1.1.1.	SENSOR DE TEMPERATURA	15
6.1.1.2.	SENSOR DE HUMEDAD	16
6.1.1.3.	SENSORES PARA LA MEDIDA DE LA CALIDAD DEL AIRE	17
6.1.2.	ELECCIÓN DEL CONTROL, MICROCONTROLADOR O MICROPROCESADOR	19
6.1.3.	ELECCIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	20
6.1.4.	ELECCIÓN DEL POSTE INFORMATIVO	21
7.	JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA	22
7.1.	ELECCIÓN DE SENSORES	22
7.1.1.	SENSOR DE HUMEDAD	22
7.1.2.	SENSOR DE TEMPERATURA	23
7.1.3.	SENSORES DE CALIDAD DEL AIRE	24
7.1.3.1.	MEDICIÓN DEL MONÓXIDO DE CARBONO	26
7.1.3.2.	MEDICIÓN DEL SULFURO DE HIDRÓGENO	27
7.1.3.3.	MEDICIÓN DEL DIÓXIDO DE NITRÓGENO	27
7.1.3.4.	MEDICIÓN DEL OZONO	28
7.1.3.5.	MEDICIÓN DEL DIÓXIDO DE AZUFRE	28

7.2.	ELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR	29
7.3.	ELECCIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	30
7.4.	ELECCIÓN DEL POSTE INFORMATIVO	31
7.5.	ELECCIÓN DEL LA VISUALIZACIÓN	32
8.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA A NIVEL DE BLOQUES	32
9.	INSTALACIÓN	44
10.	CONCLUSIONES	49
11.	PROGRAMAS UTILIZADOS	49
12.	BIBLIOGRAFÍA	50

1. ENUNCIADO DEL PROYECTO

Se pretende diseñar e implementar un panel informativo medioambiental, para su utilización en zonas de exterior, el cual muestre la información recogida por los diferentes sensores colocados en dicho panel.

Los sensores recogerán información acerca de la calidad del aire (dióxido de azufre, ozono, dióxido de nitrógeno, sulfuro de hidrógeno y monóxido de carbono) así como temperatura y humedad.

La información que registren los sensores será procesada por un microcontrolador para adaptarla y visualizarla en el panel informativo a través de dígitos led.

REQUISITOS DE DISEÑO:

- ✚ Sistema electrónico basado en lógica programable (PIC microcontrolador, con utilización de todos los recursos internos disponibles en el mismo).
- ✚ Sensores que registren valores de temperatura, humedad y calidad del aire.
- ✚ Visualización a base de display de led de 3 dígitos (127 mm de altura de dígito).
- ✚ Alimentación por RED eléctrica.
- ✚ Mínimo consumo.
- ✚ Mínimo coste.
- ✚ Máxima durabilidad.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

Para el diseño del panel informativo medioambiental, se utilizará un sistema mono poste. Se buscarán las dimensiones oportunas para albergar cada uno de los displays teniendo en cuenta la aplicación a la que va destinada, altura y protección necesaria anti vandalismo dada su aplicación en intemperie.

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES PREVISTAS A REGISTRAR:

El registro de los siguientes valores se realiza a través de diferentes sensores, debidamente calibrados que captan la medida en el siguiente rango. El rango se ha establecido atendiendo a valores medios, máximos y mínimos de

varios años, registrados en la estación meteorológica del aeropuerto de Zaragoza.

- ✚ Rango de temperatura entre -20 a 100 °C
- ✚ Rango de humedad relativa entre 5 y 85%.
- ✚ Rango de dióxido de azufre entre 0 y 500 ppm.
- ✚ Rango de ozono entre 0 y 500 ppm.
- ✚ Rango de dióxido de nitrógeno entre 0 y 500 ppm.
- ✚ Rango de sulfuro de hidrógeno entre 0 y 500 ppm.
- ✚ Rango de monóxido de carbono entre 0 y 1000 ppm.

2. OBJETO

Este panel informativo medioambiental está diseñado para mostrar información al ciudadano acerca de humedad, temperatura y calidad del aire de su entorno. La información a mostrar vendrá de los diferentes sensores, instalados en el propio panel. La información se realiza a tiempo real, pudiéndose programar para actualizarse en el periodo de tiempo deseado, mostrando una información viable y pública en cada momento.

La información es mostrada en dígitos de led en las unidades más comunes de medida, es decir, temperatura en °C (grados Celsius), calidad del aire en ppm (partes por millón) y humedad relativa en %RH (tanto por ciento de humedad relativa). Al mismo tiempo, los dígitos led permiten una lectura clara debido a su tamaño y eficacia.

3. ALCANCE

El panel informativo está encauzado a ser colocado en un entorno visible para el ciudadano, ya sea en calles de ciudades, pueblos o lugares transitados por los mismos, ya que muestra información de la temperatura, humedad y principales contaminantes ambientales a tiempo real.

Además de información ciudadana puede ser utilizado para el estudio, prevención y mejora de entornos a nivel medioambiental de los niveles de contaminación.

4. ANTECEDENTES

A lo largo de los años, ha ido evolucionando el conocimiento del medio donde vivimos así como el aire que respiramos. Este conocimiento, se ha

acentuado en los últimos años y como medida de prevención de la salud, además del cuidado del medioambiente, hace importante conocer valores como la calidad del aire que respiramos, temperatura y humedad.

El Índice de Calidad del Aire pretende ser la herramienta que nos permita informar de forma clara, directa y rápida sobre la calidad del aire que respiramos y que garantice con efectividad el derecho que tenemos todos los ciudadanos de acceder a la información ambiental. Tanto la calidad del aire como la humedad relativa y la temperatura, ha sido medida a lo largo de los años a través de las estaciones meteorológicas.

Una estación meteorológica es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas. Estos datos se utilizan tanto para la elaboración de predicciones meteorológicas a partir de modelos numéricos como para estudios climáticos.

La alteración de la composición normal del aire es un hecho que se viene produciendo incluso desde antes de aparecer el hombre sobre la tierra: erupciones volcánicas, terremotos, incendios forestales, emanaciones de pantanos, etc., eran y son fuentes naturales de emisión que lanzan al aire grandes cantidades de sustancias ajenas a su composición habitual.

El espectacular desarrollo de los medios de transporte de tracción mecánica y el incremento del bienestar han sido igualmente, características destacadas desde los inicios del pasado siglo. Junto a la industrialización y el bienestar que ocasiona el aumento del nivel de vida, aparece uno de los mayores problemas que el hombre ha conocido: la contaminación atmosférica.

4.1. VARIABLES METEOROLÓGICAS

4.1.1. TEMPERATURA

La temperatura de un cuerpo produce diversas manifestaciones en él que guardan estrecha relación con el valor de esta. Determinando las magnitudes de estas manifestaciones con algún instrumento de medición podemos conocer de manera indirecta el valor de la temperatura del cuerpo. Este instrumento se llama termómetro.

Los termómetros deben estar en la zona de medición el tiempo necesario para que alcancen el valor de la temperatura a medir y su influencia en el medio debe ser lo suficientemente pequeña para que no cambien de manera notable esta temperatura.

En general los termómetros pueden clasificarse en dos grupos:

- Termómetros de contacto: que son aquellos cuyo elemento sensor está en contacto íntimo o colocado dentro del mismo ambiente que el cuerpo cuya temperatura se quiere conocer.
- Termómetros sin contacto: que funcionan midiendo algún parámetro a distancia del cuerpo.

4.1.2. HUMEDAD

El aire contiene una cierta cantidad de vapor de agua y es a ese vapor y no a las gotitas, a la niebla o a la lluvia, a la que nos referimos cuando hablamos de humedad. Existen diversas maneras de expresar matemáticamente la humedad del aire y estas son:

- La humedad absoluta es el peso en gramos del vapor de agua contenido en un metro cúbico de aire.
- La relación de mezcla es el número de gramos de vapor de agua por cada gramo de aire seco.
- La humedad específica mide el número de gramos de vapor de agua por cada gramo de aire húmedo.
- Por otra parte el vapor de agua ejerce una presión, independientemente de la presencia de otros gases, que se conoce como presión o tensión de vapor (Peso del vapor de agua contenido en el aire por unidad de superficie). Al igual que la presión atmosférica se expresa en Hectopascales. La presión parcial del vapor de agua cuando el aire está saturado se llama tensión de vapor de saturación (más correctamente llamada de equilibrio).

La humedad relativa, el parámetro de humedad más difundido, es la relación porcentual entre la presión de vapor y la presión de vapor de saturación o equilibrio. Si la presión de vapor es mayor que la presión de vapor en equilibrio entonces hay una condensación neta (es decir, el flujo de moléculas condensándose es mayor que el de moléculas saliendo de su fase líquida). Se dice que el aire está saturado de humedad cuando la humedad relativa es del 100%.

La medición de la humedad es un proceso verdaderamente analítico en el cual el sensor debe estar en contacto con el ambiente de proceso, a diferencia de los sensores de presión y temperatura que invariablemente se encuentran aislados del proceso por protecciones conductoras del calor o diafragmas respectivamente. Esto tiene, por supuesto, implicancias en la contaminación y degradación del sensor en niveles variables dependiendo de la naturaleza del ambiente.

Las mediciones de humedad relativa puede ser hecha por higrómetros basados en: psicometría, desplazamiento, resistivos, capacitivos o por absorción de líquido.

4.1.3. CALIDAD DEL AIRE

4.1.3.1. Gases determinantes de la calidad del aire

CO (monóxido de carbono):

El monóxido de carbono, también denominado óxido de carbono (II), gas carbonoso y anhídrido carbonoso (los dos últimos cada vez más en desuso) cuya fórmula química es CO, es un gas inodoro, incoloro, inflamable y altamente tóxico.

Se produce por la combustión incompleta de sustancias como gas, gasolina, keroseno, carbón, petróleo, tabaco o madera. Las chimeneas, las calderas, los calentadores de agua o calefones y los aparatos domésticos que queman combustible, como las estufas de la cocina o los calentadores a kerosina, también pueden producirlo si no están funcionando bien. Los vehículos detenidos con el motor encendido también lo despiden. También se puede encontrar en las atmósferas de las estrellas de carbono.

Si se respira, aunque sea en moderadas cantidades, el monóxido de carbono puede causar la muerte por envenenamiento en pocos minutos porque sustituye al oxígeno en la hemoglobina de la sangre. Una vez respirada una cantidad bastante grande de monóxido de carbono (teniendo un 75% de la hemoglobina con monóxido de carbono) la única forma de sobrevivir es respirando oxígeno puro. Los efectos que podemos ver en la imagen 1, son los siguientes:

CONCENTRACIÓN EN AIRE	EFFECTO
55 mg/m ³ (50 ppm)	TLV-TWA
0,01 %	Exposición de varias horas sin efecto
0,04 - 0,05 %	Exposición una hora sin efectos
0,06 - 0,07 %	Efectos apreciables a la hora
0,12 - 0,15 %	Efectos peligrosos a la hora
165 mg/m ³ (1500 ppm)	IPVS
0,4 %	Mortal a la hora

Imagen 1: Cantidad de concentración en aire /Efectos del monóxido de carbono en mg/m³

NO₂ (dióxido de carbono):

El dióxido de nitrógeno (NO₂), es un compuesto químico formado por los elementos nitrógeno y oxígeno, uno de los principales contaminantes entre los varios óxidos de nitrógeno. El dióxido de nitrógeno es de color marrón-amarillento. Se forma como subproducto en los procesos de combustión a altas temperaturas, como en los vehículos motorizados y las plantas eléctricas.

El límite anual de la UE es 40 microgramos/m³ para la protección de la salud pública.

La UE ha adoptado un valor anual de 200 microgramos/m³ NE más de 24 veces en un año calendario. Japón tiene un promedio diario (24 horas) de óxido de nitrógeno que debe estar dentro o debajo del rango de 75 a 113 microgramos/m³. El rango de valores para otros países es bastante diverso en comparación con otros contaminantes. El estándar anual para la mayoría de países latinoamericanos es idéntico al de Estados Unidos, 50 microgramos/m³.

El dióxido de nitrógeno es uno de los gases responsables de la lluvia ácida, ya que al disolverse en agua origina ácido nítrico.

Pb (plomo):

El plomo es un elemento químico de la tabla periódica, cuyo símbolo es Pb (del latín Plumbum) y su número atómico es 82 según la tabla actual, ya que no formaba parte en la tabla de Dmitri Mendeléyev. Este químico no lo reconocía como un elemento metálico común por su gran elasticidad molecular. Cabe destacar que la elasticidad de este elemento depende de las temperaturas del ambiente, las cuales distienden sus átomos, o los extienden.

Con respecto a su incidencia en el medio ambiente, el plomo se encuentra de forma natural en el ambiente, pero las mayores concentraciones encontradas en el ambiente son el resultado de las actividades humanas.

Las sales de plomo entran en el medio ambiente a través de los tubos de escape (principalmente los defectuosos) de los coches, camiones, motos, aviones, barcos y aerodeslizadores y casi todos los tipos de vehículos motorizados que utilicen derivados del petróleo como combustible, siendo las partículas de mayor tamaño las que quedarán retenidas en el suelo y en las aguas superficiales, provocando su acumulación en organismos acuáticos y terrestres, y con la posibilidad de llegar hasta el hombre a través de la cadena alimenticia. Las pequeñas partículas quedan suspendidas en la atmósfera, pudiendo llegar al suelo y al agua a través de la lluvia ácida.

La acumulación de plomo en los animales, puede causar graves efectos en su salud por envenenamiento, e incluso la muerte por paro cardio-respiratorio. Algunos organismos, como los crustáceos y otros invertebrados, son muy sensibles al plomo (dado que el plomo cuando se encuentra en exceso se deposita en los huesos y al no poseerlos queda retenido en su organismo), y en muy pequeñas concentraciones les causan graves mutaciones. Se registraron casos en donde las crías de crustáceos con saturnismo crónico, presentaban extremidades más largas, deformidades en otras y un comportamiento agresivo y poco coordinado llegando a producirse automutilaciones y autolascercaciones múltiples, atribuido a alteraciones genéticas generadas por la contaminación por plomo.

Otro efecto significativo del plomo en las aguas superficiales, es que provoca perturbaciones en el fitoplancton, que es una fuente importante de producción de oxígeno en los océanos y de alimento para algunos organismos acuáticos de variado tamaño (desde ballenas hasta pequeños pececillos).

O₃ (ozono):

El ozono (O₃), es una sustancia cuya molécula está compuesta por tres átomos de oxígeno, formada al disociarse los 2 átomos que componen el gas de oxígeno. Cada átomo de oxígeno liberado se une a otra molécula de oxígeno (O₂), formando moléculas de Ozono (O₃).

El ozono, es el primer alótropo de un elemento químico que fue identificado por la ciencia, Christian Friedrich Schönbein propuso que fuera un compuesto químico distinto en 1840, nombrándolo con el verbo griego ozein (ὄζειν, "tener olor"), a causa del olor peculiar que se observa durante las tormentas eléctricas. En 1865 Jacques-Louis Soret determinó la fórmula del ozono (O₃) lo que fue confirmado por Schönbein en 1867.

A temperatura y presión ambientales el ozono es un gas de olor acre y generalmente incoloro, pero en grandes concentraciones puede volverse ligeramente azulado. Si se respira en grandes cantidades, es tóxico y puede provocar la muerte.

Se descompone rápidamente en presencia de oxígeno a temperaturas mayores de 100 °C y en presencia de catalizadores como el dióxido de manganeso (MnO₂) a temperatura ambiente.



SO₂ (dióxido de azufre):

El dióxido de azufre es un óxido cuya fórmula molecular es SO₂. Es un gas incoloro con un característico olor asfixiante. Se trata de una sustancia reductora que, con el tiempo, el contacto con el aire y la humedad, se convierte en trióxido de azufre. La velocidad de esta reacción en condiciones normales es baja. En agua se disuelve formando una disolución ácida. Puede ser concebido como el anhídrido de un hipotético ácido sulfuroso (H₂SO₃). Esto, en analogía a lo que pasa con el ácido carbónico, es inestable en disoluciones ácidas pero forma sales, los sulfitos y hidrogeno sulfitos.

El dióxido de azufre es el principal causante de la lluvia ácida ya que en la atmósfera es transformado en ácido sulfúrico.

Es liberado en muchos procesos de combustión ya que los combustibles como el carbón, el petróleo, el diesel o el gas natural contienen ciertas cantidades de compuestos azufrados. Por estas razones se intenta eliminar estos compuestos antes de su combustión por ejemplo mediante la hidrodesulfuración en los derivados del petróleo o con lavados del gas natural haciéndolo más "dulce".

Si a pesar de estos esfuerzos aún se generan cantidades importantes del gas se pueden aplicar lavados básicos p. ej. Con leche de cal para retenerlo del aire de salida o transformándolo conjuntamente con sulfhídrico en azufre elemental (proceso de Claus). También los procesos metalúrgicos liberan ciertas cantidades de este gas debido a que se emplean frecuentemente los metales en forma de sulfuros. En la naturaleza el dióxido de azufre se encuentra sobre todo en las proximidades de los volcanes y las erupciones pueden liberar cantidades importantes. Otros elementos que pueden ocasionar contaminación del aire en las ciudades lo constituyen el monóxido de carbono, el dióxido de nitrógeno, el ozono, el plomo y el sulfuro de hidrógeno.

SH₂ (Sulfuro de hidrógeno):

El ácido sulfhídrico (H₂S) es un gas incoloro inflamable, de sabor algo dulce y olor fuerte y desagradable; en altas concentraciones puede ser venenoso. Otros nombres con los que se conoce incluyen ácido hidrosulfúrico, gas de alcantarilla y sulfuro de hidrógeno. Generalmente se puede detectar el olor a bajas concentraciones en el aire, entre 0.0005 y 0.3 partes por millón (ppm). Sin embargo, en altas concentraciones, una persona puede perder la capacidad para olerlo. Esto puede hacer al ácido sulfhídrico muy peligroso.

El ácido sulfhídrico ocurre en forma natural y como producto de actividades humanas. Se encuentra entre los gases de volcanes, manantiales de azufre, emanaciones de grietas submarinas, pantanos y cuerpos de aguas

estancadas y en el petróleo crudo y gas natural. El ácido sulfhídrico también está asociado con alcantarillas municipales, plantas para el tratamiento de desagües, operaciones de manejo de cerdos y abonos y operaciones relacionadas con pulpa de madera y papel.

Las fuentes industriales de ácido sulfhídrico incluyen a las refinerías de petróleo, plantas de gas natural, plantas petroquímicas, plantas de hornos de coque, plantas que procesan alimentos y curtidurías. En la boca y en el tracto gastrointestinal hay bacterias que producen ácido sulfhídrico al degradar materiales que contienen proteínas de origen animal o vegetal. El ácido sulfhídrico es uno de los componentes principales en el ciclo natural del azufre.

4.1.3.2. Medida de la calidad del aire

La medida de la calidad del aire se realiza mediante sensores de gas. Un sensor de gas es un sensor químico que se basa fundamentalmente en la toma de una muestra de partículas que produce un cambio físico o químico de un material sensible, el que, mediante una circuitería de interface, provoca una señal eléctrica que constituye la respuesta del sensor.

Existen diferentes técnicas para la medida de los diferentes gases del panel informativo, como por ejemplo NDIR, resistivos o electroquímicos.

5. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

- ✓ Sistema electrónico basado en lógica programable (PIC microcontrolador, con utilización de todos los recursos internos disponibles en el mismo) con almacenamiento en su memoria de valores extremos registrados, así como valores mensuales o anuales. Además, contará con un pulsador de reset para en caso de fallo resetear todo el sistema.
- ✓ Sensores que registren valores de temperatura, humedad y calidad del aire debidamente calibrados y acondicionados para una fácil programación del PIC.
- ✓ Todos los sensores tendrán que tener un amplio rango de medición de su característica propia, para la medición incluso de las condiciones más extremas.
- ✓ Visualización a base de display de led de 3 dígitos (200 mm de altura de dígito).

- ✓ Alimentación por RED eléctrica. Dada su aplicación a zonas urbanas, es la más conveniente por su disposición y prestaciones.
- ✓ Mínimo consumo del sistema.
- ✓ Mínimo coste del conjunto.
- ✓ Máxima durabilidad y mínimo mantenimiento.

Además deberá ir provisto de protecciones contra sobrecorriente y sobretensión provenientes de la red que puedan ocasionar graves consecuencias en el sistema.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

Para el diseño del panel informativo medioambiental, se utilizará un sistema mono poste diseñado a propósito. Se buscarán las dimensiones oportunas para albergar cada uno de los displays, altura y protección necesaria anti vandalismo dada su aplicación en intemperie.

Cada uno de los circuitos estará debidamente protegido. El que alberga la transformación de la red para alimentar el circuito de los sensores irá colocado en una caja de protección y el que alberga el circuito de los sensores, colocado en intemperie debidamente protegido con una caja que protege contra agentes externos pero a su vez que puede registrar los valores sin alterar la medida.

6. ANALISIS DE SOLUCIONES

6.1. ALTERNATIVAS

A continuación procederemos a enumerar todos aquellos antecedentes necesarios para la comprensión de las alternativas estudiadas y al análisis de estas, y de la solución final adoptada tanto para el sistema electrónico (recogida de información, procesado y muestra de datos) así como alimentación del sistema y resto de panel informativo medioambiental.

6.1.1. ELECCIÓN DE SENSORES

6.1.1.1. Sensor de Temperatura

En general los termómetros pueden clasificarse en dos grupos:

❖ Termómetros de contacto:

Estos termómetros como lo indica su nombre, determinan la temperatura a medir teniendo contacto con el cuerpo, o colocados dentro del mismo ambiente donde está este. Lo común es que tengan un elemento sensor con alguna propiedad variable con la temperatura y que esta variación se refleje en una escala graduada directamente en las unidades correspondientes.

❖ Termómetros sin contacto:

Estos termómetros determinan la temperatura del cuerpo a distancia, y se basan en la determinación de alguna característica del cuerpo que cambie con la temperatura sin hacer contacto con él, aquellos que se usan para medir temperaturas altas y medianamente altas (unos 600 grados Celsius o más) se denominan pirómetros. En general son aparatos ópticos más complejos y su uso es más especializado.

6.1.1.2. Sensor de Humedad

Las mediciones de humedad relativa puede ser hecha por higrómetros basados en: psicometría, desplazamiento, resistivos, capacitivos y por absorción de líquido. Algunos de los cuales describimos a continuación.

❖ *Psicometría por bulbo húmedo/bulbo seco:*

Un psicómetro típico consiste de un par de termómetros eléctricos acoplados, uno de los cuales opera en estado húmedo. Cuando el dispositivo funciona, la evaporación del agua enfría el termómetro humedecido, resultando una diferencia medible con la temperatura ambiente o la temperatura del bulbo seco. Cuando el bulbo húmedo alcanza su máxima caída de temperatura, la humedad puede determinarse comparando la temperatura de los dos termómetros en una tabla psicométrica.

❖ *Sensores por desplazamiento:*

Es quizás el tipo de sensor más antiguo y de uso común, el cual utiliza un mecanismo para medir la expansión o contracción de un cierto material que es proporcional a los cambios en el nivel de humedad relativa. Los materiales más comunes para ello son el nylon y la celulosa. Las ventajas de este tipo de sensor son el bajo costo de fabricación y que es altamente inmune a la contaminación. Las desventajas son la tendencia a la descalibración en el tiempo y los efectos de histéresis significativos.

❖ *Sensor de bloque de polímero resistivo:*

Están compuestos de un sustrato cerámico aislante sobre el cual se deposita una grilla de electrodos. Estos electrodos se cubren con una sal sensible a la humedad embebida en una resina (polímero). La resina se recubre entonces con una capa protectora permeable al vapor de agua. A medida que la humedad permea la capa de protección, el polímero resulta ionizado y estas iones se movilizan dentro de la resina. Cuando los electrodos son excitados por una corriente alterna, la impedancia del sensor se mide y es usada para calcular el porcentaje de humedad relativa.

❖ *Sensores capacitivos:*

Los sensores capacitivos (polímero orgánico capacitivo) son diseñados normalmente con platos paralelos con electrodos porosos o con filamentos entrelazados en el sustrato. El material dieléctrico absorbe o elimina vapor de agua del ambiente con los cambios del nivel de humedad. Los cambios resultantes en la constante dieléctrica causan una variación en el valor de la capacidad del dispositivo por lo que resulta una impedancia que varía con la humedad. Un cambio en la constante dieléctrica de aproximadamente el 30% corresponde a una variación de 0-100% en la humedad relativa. El material sensor es muy delgado para alcanzar grandes cambios en la señal con la humedad. Esto permite al vapor de agua entrar y salir fácilmente y el secado rápido para la sencilla calibración del sensor.

6.1.1.3. Sensores para la medida de la calidad del aire

Para la medida de la calidad del aire, se utilizan sensores de gas, los cuales son un sensor químico que se basa fundamentalmente en la toma de una muestra de partículas que produce un cambio físico o químico de un material sensible, el que, mediante una circuitería de interface, provoca una señal eléctrica que constituye la respuesta del sensor.

Existen diferentes técnicas para la medida de los diferentes gases del panel informativo. A continuación, se han analizado los siguientes tipos de sensores: NDIR, resistivos y electroquímicos.

❖ *Sensores NDIR (sensor infrarrojo no dispersivo):*

Esta técnica aprovecha la propiedad de que muchos gases absorben radiación en una zona de luz infrarroja determinada, que se encuentra entre 2 y

14 micrómetros. Estas absorciones muestran características únicas para cada uno de los gases, permitiendo que se puedan deducir sus concentraciones.

Las ventajas que presentan los sensores NDIR son su reducido tiempo de calentamiento y su bajo consumo. Por el contrario las desventajas son que el procesamiento de las señales, la rutina de calibración y el cálculo de la medida son procesos relativamente complicados. Además, su precio es relativamente elevado comparado con los sensores electroquímicos.

❖ *Sensores Resistivos:*

Existen dos tipos de sensores resistivos para gases, los catalíticos (Pellistor) y los del tipo Metal oxide semiconductor.

Los sensores de gas catalíticos utilizan una fina bobina de platino que cuando se calienta llega a una temperatura de unos 450 °C. Esta bobina está incrustada dentro de una unidad (pellet) que se encuentra impregnada en un material catalizador. Cuando un gas inflamable entra en contacto con la superficie del catalizador se quema y se convierte en óxido, esto aumenta la temperatura del conductor, con lo que se modifica su resistencia. Para compensar la temperatura ambiente y la humedad, se utiliza otro pellistor similar, pero sin catalizador conectado en serie. Este método se utiliza para la medida de gases inflamables.

Los sensores resistivos del tipo Metal oxide semiconductor se basan en el cambio de conductividad de óxidos semiconductores, dependiendo de la concentración de oxígeno en el ambiente. Se utilizan diferentes materiales en su construcción y se calientan a una determinada temperatura según el gas que se quiere detectar. Para cierto rango de concentración del gas en cuestión, la resistencia del sensor se puede expresar como:

$$R = A [C]^{-\alpha}$$

Donde A y α son constantes y C es la concentración del gas.

❖ *Sensores Electroquímicos:*

Un sensor electroquímico consiste de un electrodo sensor (cátodo) y un contra electrodo (ánodo) separados por una delgada capa de electrolito. El gas que entra en contacto con el sensor reacciona sobre la superficie del electrodo sensor generando una reacción de oxidación o reducción. Los materiales del electrodo, específicamente desarrollados para el gas de interés, catalizan estas reacciones. Una tensión proporcional a la concentración de gas es generada, la que puede ser medida para determinar la concentración de gas.

6.1.2. ELECCIÓN DEL CONTROL, MICROCONTROLADOR O MICROPROCESADOR

Lo primero que se hará será hacer un análisis de las diferencias existentes entre un microprocesador y un microcontrolador.

- ❖ La configuración mínima básica de un microprocesador suele estar constituida por el microprocesador, una memoria RAM, una memoria ROM y un decodificador de direcciones. Pero un microcontrolador incluye todo estos elementos en un solo circuito integrado.
- ❖ Existen unos microcontroladores más avanzados que otros por los componentes que estos incluyen. Podemos mencionar algunas características especiales que poseen los microcontroladores actuales, como: modulación por ancho de pulso, comunicación serial síncrona, comunicación serial asíncrona, temporizadores, contadores, etc. Características con las que los microprocesadores no suelen contar.

Después de este análisis podemos pasar a hacer un listado de las ventajas del uso del microcontrolador frente al microprocesador, en varios aspectos:

- ✓ Se simplifica la circuitería del circuito impreso con el uso del microcontrolador.
- ✓ El costo para un sistema basado en microcontrolador es mucho menor.
- ✓ El tiempo de desarrollo del sistema disminuye considerablemente, al tener que interconexionar menor cantidad de elementos.

Ahora pasamos a hacer un análisis más exhaustivo de los bloques internos de un microprocesador y un microcontrolador.

❖ Microprocesador:

Un microprocesador es un componente electrónico que realiza en una única pastilla el procesador (CPU) de una máquina programable de tratamiento de la información. Dicho esto, el microprocesador es un componente electrónico complejo que incorpora las funciones típicas de un computador.

La clave del éxito de los microprocesadores como componente electrónico en que modificando el programa almacenado en memoria pueden adaptarse a numerosas y diferentes aplicaciones (control de una lavadora, un teléfono móvil...) en tareas de control, debido a su creciente potencia de cálculo

y variedad de funciones integradas, sustituyendo a la tecnología convencional. Los microprocesadores modernos funcionan con una anchura de bus de 64 bits, esto significa que pueden transmitirse simultáneamente 64 bits de datos.

❖ **Microcontrolador:**

Los viejos PICs con memoria PROM o EPROM se están renovando gradualmente por chips con memoria Flash. En su memoria sólo reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada. Sus puertos de entrada/salida soportan el conexionado de sensores y actuadores del dispositivo a controlar. Una vez programado y configurado el microcontrolador solamente sirve para gestionar la tarea asignada.

Estructura típica de un microcontrolador:

Se pueden considerar tres grandes gamas de PIC en la actualidad: los básicos, los de medio rango y los de alto desempeño. Los de alto desempeño, que son los más modernos, tienen entre sus miembros a PICs con módulos de comunicación y protocolos avanzados (USB, Ethernet o Zigbee, por ejemplo).

Según el tipo empleado pueden diferenciarse en la capacidad y tipo de memoria, en el número de entradas/salidas, cantidad de temporizadores, de convertidores A/D y D/A, de rango de temperatura de trabajo o de puertos opcionales para la conexión de periféricos.

Como el microprocesador puede no ser capaz por sí solo de albergar la gran cantidad de memoria necesaria para almacenar instrucciones y datos de programa, para proporcionar la memoria necesaria se emplean otros circuitos integrados llamados chips de memoria de acceso aleatorio (RAM).

6.1.3. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

Para suministrar la tensión y corriente necesaria para el funcionamiento de nuestro sistema existen diferentes alternativas:

❖ *Energía fotovoltaica:*

Es la energía eléctrica obtenida mediante la transformación de la energía solar en las células solares, sin ningún trámite más.

La energía fotovoltaica es de gran utilidad en el campo de la construcción para aquellos casos en los que, por el aislamiento, no es posible o no es rentable hacer llegar la red eléctrica, como ocurre en determinadas zonas rurales. Se emplean para activar señales luminosas y en determinados puntos como complemento a la iluminación de espacios públicos.

Las células fotovoltaicas constan de dos electrodos separados por una delgada capa de semiconductor. Las pilas solares están fabricadas mediante pequeñas capas de silicio cubiertas por una fina capa de impurezas. Un número considerable de estas plaquitas, convenientemente acopladas, producen corriente eléctrica continua de bajo voltaje, suficiente para ser utilizada para usos domésticos, dado que se pueden alcanzar rendimientos superiores a los 110 vatios por metro cuadrado de captador fotovoltaico.

El almacenaje de la electricidad captada para su utilización durante la noche se lleva a cabo por medio de baterías convencionales o de gran capacidad.

Hay diferentes dispositivos de utilización directa de energía solar en energía eléctrica, como convertidores termoeléctricos, termoiónicos y los fotovoltaicos. De éstos tres, sólo los fotovoltaicos tienen futuro ya que los otros dos son ineficaces en aplicaciones terrestres a gran escala.

❖ *Energía eléctrica proveniente de la red:*

La red eléctrica, 230 voltios, puede ser utilizada para alimentar nuestro sistema ya que está pensado para colocarse en lugares de tránsito de personas y un ambiente ciudadano por lo que no será un inconveniente llegar a nuestro panel medioambiental la red eléctrica.

6.1.4. ELECCIÓN DEL POSTE INFORMATIVO

En la actualidad, existen multitud de tipos de postes donde mostrar información ciudadana. Como el objetivo del mismo es meramente informativo, no se busca un gran atractivo visual e impactante, pero sí que capte la atención y la información la muestre de la mejor y más clara manera posible.

Este tipo de carteles puede ser dado a conocer sólo en formato de texto, por lo que se emplean letras grandes sobre un fondo de color que contraste. Los textos del mismo deben darle al espectador sólo la información de carácter indispensable, de manera directa. En cuanto a la estructura del mismo, se ha pensado en una estructura de panel informativo mono poste con materiales robustos y duraderos como medida de protección ante posibles ataques vandálicos. Conjuntamente, debe aguantar agentes externos climatológicos que pudieran afectar a la estructura o a su funcionamiento.

Además de texto, una imagen en el panel informativo puede captar la atención más fácilmente que el texto. La imagen debe ser una síntesis capaz de resumir la idea de forma adecuada en una mínima expresión física, siendo siempre clara y significativa. No podemos utilizar imágenes exageradas ya que

podría perderse el objetivo de lo que realmente se quiere transmitir y la idea a la vez, podría tornarse confusa.

7. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA

Para justificar las soluciones escogidas, tendremos en cuenta estos criterios:

- ✚ Desde el punto de vista económico, se ha elegido la opción que mejor relación precio/ prestaciones presenta.
- ✚ Se ha tenido en cuenta la elección de un diseño lo más sencillo posible y además que consuma lo menos posible.

A partir de aquí, vamos a justificar la elección de cada uno de los sistemas independientes de nuestro panel informativo medioambiental.

7.1. ELECCIÓN DE SENSORES

7.1.1. SENSOR DE HUMEDAD

A la hora de buscar un sensor de humedad, al ser la humedad dependiente de la temperatura, para ofrecer una medida fiable y precisa, tiene que contener un sensor de temperatura integrado para compensar la medida de humedad dependiendo de la temperatura, en casos extremos.

La medición de la humedad es un proceso verdaderamente analítico en el cual el sensor debe estar en contacto con el ambiente de proceso a diferencia de los sensores de presión y temperatura que invariablemente se encuentran aislados del proceso por protecciones conductoras del calor o diafragmas respectivamente. Esto tiene, por supuesto, implicancias en la contaminación y degradación del sensor en niveles variables dependiendo de la naturaleza del ambiente.

Como conclusión se sugiere que si el costo inicial no es de gran importancia, el higrómetro óptico de punto de rocío o sensor de espejo enfriado, ofrece el más preciso, repetible y confiable método para la medición de humedad con el rango de mayor amplitud posible.

El SHT11 de la casa Sensirion es un sensor integrado de humedad calibrado en fábrica con salida digital mediante un bus serie síncrono y protocolo específico. El dispositivo también dispone de un sensor de Temperatura integrado para compensar la medida de humedad dependiendo de la temperatura, en casos extremos. Cuenta también en su interior con un

calefactor para evitar condensación en el interior de la cápsula de medida para condiciones de niebla o similar donde existe condensación.

Características:

1. Voltaje de Alimentación = 2.4 – 5.5 VDC.
2. Rango de Temperatura = -40 a 120 °C
3. Reducido consumo de Energía (30µW normalmente).
4. Comunicación serial de 2 líneas.
5. Precio: 23,75€.
6. Cumple con la normativa RoHs.
7. Terminales:
 - 7.1. Terminales de Alimentación: El SHT11 requiere de una fuente alimentación comprendida entre 2.4 VDC y 5.5 VDC que se conecta entre los terminales VDD y GND.
 - 7.2. Terminales de Comunicación: La interfaz de comunicación del SHT11 esta optimizada para la lectura del sensor y no es compatible con el bus I2C. Se identifican dos terminales: SCK y DATA.
8. Esquema gráficos:

El pin de DATA es del tipo tres estados y se utiliza para transferir la información entre el SHT11 y el microcontrolador.

7.1.2. SENSOR DE TEMPERATURA

En cuanto al sensor de temperatura, el mercado cuenta con una gran cantidad de sensores para medir la temperatura por muy bajo coste ofreciendo unas prestaciones muy buenas. En este caso, necesitamos un sensor con un rango de temperatura que alcance tanto temperaturas positivas como negativas (hablando en grados Celsius).

El sensor escogido, LM45 de Texas Instruments es un sensor analógico cuya salida, proporciona una tensión directamente proporcional a la temperatura que registra en grados Celsius (+10 mV/°C). Por ello, obtenemos mediante una fácil adaptación al microcontrolador una lectura de precisión de la temperatura ambiente. Además, el rango de trabajo de este sensor es desde -20°C hasta los 100°C, valores más que suficientes para esta aplicación.

Dadas estas características, unido al bajo coste del mismo, a la no necesaria calibración para un correcto funcionamiento y una baja impedancia de salida, resulta un sensor muy completo. Además, una baja corriente de alimentación lo que hace que el efecto de auto calentamiento sea muy reducido y la medida no sea falseada.

7.1.3. SENSORES DE CALIDAD DEL AIRE

Consideraciones a tener en cuenta para la elección de los sensores encargados de la medida de la calidad del aire:

- ✓ Consumo: El consumo es uno de los principales agentes a tener en cuenta en la elección del sensor. Buscamos sensores con un consumo bajo sin que esto perjudique a nuestra aplicación.
- ✓ Sensibilidad: Para un panel informativo medioambiental, no es necesaria una sensibilidad muy elevada, puesto que no resulta de vital importancia. De todas maneras, no es un factor que haya que dejar de lado, ya que aunque no resulte importante, tampoco buscamos sensibilidades despreciables.
- ✓ Modo y rango de trabajo: Se tratan de sensores, en la mayoría de los casos (salvo el sensor de detección de ozono) electroquímicos en modo amperimétrico, es decir, generan una corriente lineal proporcional a la fracción de volumen de gas detectado. Esto da como resultado un sensor fácilmente ajustable a los niveles de entrada de la unidad de procesamiento sin necesidad de mucha circuitería de adaptación que eleve el coste. En este caso, la salida es corriente y resulta fácilmente ajustable a los niveles de tensión del microprocesador. En el caso del sensor de detección de ozono, el problema resulta menor todavía, ya que se trata de un sensor con una salida de tensión analógica, el cual sin más que adaptar esa tensión a los niveles del microprocesador, tenemos la adaptación.

Por otro lado, dada la aplicación, no buscamos sensores con un alto rango de trabajo puesto que las concentraciones de los diferentes compuestos a detectar no variaran en cantidades muy significativas. Dadas las concentraciones típicas de cada compuesto:

Antes de nada, en la medición y análisis de contaminantes, la concentración de los contaminantes atmosféricos suele expresarse en 3 tipos de unidades.

- ❖ Partes por millón en volumen, cuyo símbolo es ppm. Algunas veces, las concentraciones se expresan también en partes por billón (ppb).
- ❖ Peso por unidad de volumen de aire, expresada en microgramos por metro cúbico, y cuyo símbolo es $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Se utiliza esta medida para las partículas y también para los gases.

- ❖ Miligramos por metro cúbico y el símbolo es mg/m³. La conversión entre ppm y µg/m³ depende del peso molecular (PM) y del volumen ocupado por un mol de la sustancia. Bajo condiciones normales de temperatura (25°C) y presión (1 atm), la relación entre estas unidades es la siguiente:

$$\mu\text{g}/\text{m}^3 = \text{ppm} \times \text{PM} \times 10^3 / 24.5$$

Dicho esto, las concentraciones de los contaminantes a medir son, según los datos obtenidos de la página del ayuntamiento de Zaragoza, según Directiva Europea 1999/30/CE, como se muestra en la imagen 2, del siguiente orden:

NIVEL	SO ₂	PM ₁₀ *	NO ₂	CO	O ₃	SH ₂
MUY ALTA	>250	>250	>500	>80	>360	>100
ALTA	200-250	150-250	200-500	34-60	200-360	60-100
MODERADA	100-200	100-150	135-200	15-34	150-200	40-60
MEDIA	60-100	60-100	50-135	10-15	100-150	25-40
BAJA	40-60	40-60	25-50	5-10	50-100	15-25
MUY BAJA	<40	<40	<25	<5	<50	<15

Imagen 2: Rango de valores en ppm de concentración en aire
(<http://www.zaragoza.es/ciudad/medioambiente/atmosfera/redconta/valores.htm>)

- ✓ Coste, durabilidad (años), resistencia agentes externos:

En cuanto al coste, buscamos el menor coste para nuestra aplicación, es decir, ajustar lo máximo posible el coste a las especificaciones requeridas.

En cuanto a la resistencia frente agentes externos, en nuestro caso, los sensores serán protegidos contra agentes como el viento o la lluvia, puesto que son sensores dependientes de la humedad o la temperatura y afectan altamente a la medida. Para ello, existe en el mercado un protector para este tipo de sensores, el cual permite unas medidas fiables protegiendo al sensor de los agentes en cuestión, el cual vemos en la figura.



En cuanto a la durabilidad de los sensores, al tratarse de sensores electroquímicos, no tienen una durabilidad relativamente elevada, ya que el gas que entra en contacto con el sensor, reacciona sobre la superficie del electrodo sensor generando una reacción de oxidación o reducción.

Los materiales del electrodo, específicamente desarrollados para el gas de interés, catalizan estas reacciones. Dada esta tecnología, deberán cambiarse los sensores cada 2 años para obtener una medida fiable.

✓ Dependencia con agentes externos:

Temperatura: estos sensores resultan dependientes de temperatura. Sin embargo, en el modo de trabajo normal, para nuestra aplicación, la salida resulta muy lineal y muy poco dependiente de la temperatura. En algunos casos de temperatura extrema, podemos apreciar cierto error en la medida, pero no resulta muy relevante en nuestra aplicación.

Humedad: la sensibilidad de los sensores disminuye notablemente en contacto directo con el agua por lo que la humedad es un factor a evitar puesto que a mayor humedad, mayor error en la medida (disminuye la sensibilidad). Este factor es de especial interés a tener en cuenta puesto que nuestro campo de aplicación, Zaragoza, tiene periodos de gran concentración de humedad debido a las nieblas, las cuales como se ha dicho anteriormente, pueden perjudicar a la medida correcta.

Presión: los cambios de presión pueden afectar negativamente a la efectividad del sensor, pero en nuestro rango de aplicación, donde la presión no varía notablemente a lo largo del año, no resulta un problema a tener en cuenta.

Vibraciones: al tratarse de un sensor expuesto al exterior, el viento puede producir vibraciones que pueden afectar a la medida, por lo que habrá que evitarlas.

7.1.3.1. Medición del Monóxido de Carbono

Para la medida del monóxido de carbono, se utiliza el sensor TGS203 de la casa Figaro, sensor electroquímico que se adapta muy bien a las necesidades de nuestro panel informativo medioambiental.

Este sensor, cuenta con características como anti-bloqueante que evita la obstrucción del sensor, ya que al tratarse de un sensor electroquímico, puede obstruirse la membrana de medida a causa de sustancias del aire. Además, la salida es lineal, con respecto a la concentración de monóxido de carbono (medida en la imagen en partes por millón), resultando un sensor altamente estable y fácil de adaptar.

Características básicas funcionales:

- ✓ Rango de medida: 0-1000 ppm
- ✓ Máxima detección de concentración: 1000 ppm
- ✓ Tiempo de respuesta: 0.5 seg.
- ✓ Uniformidad de la señal de salida: señal de salida $\pm 1\%$
- ✓ Disipación de potencia: $< 15 \text{ mW}$
- ✓ Rango de temperatura de trabajo: $-40^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$

7.1.3.2. Medición del sulfuro de hidrógeno

Para la detección del sulfuro de hidrógeno, se opta por el sensor Surecell-H₂S-L, de sixth sense, el cual se adapta muy bien a las necesidades requeridas. Se trata de un sensor con una salida lineal con respecto a la concentración de ppm de sulfuro de hidrógeno.

Características básicas funcionales:

- ✓ Rango de medida: 0~200 ppm
- ✓ Máxima medida posible: 400 ppm
- ✓ Rango de la señal de salida: $0.35 \pm 0.1 \mu\text{A}$ por ppm
- ✓ Rango de temperatura de trabajo: -20°C a 40°C
- ✓ Rango de humedad de trabajo: 15% ~ 90%
- ✓ Tiempo de respuesta: < 10 segundos

7.1.3.3. Medición del Dióxido de Nitrógeno

Para la medida del dióxido de nitrógeno, se opta por el sensor NO₂-AE Nitrogen Dioxide Sensor, de Alphasense, ya que se trata de un sensor muy lineal en el rango normal de medidas, con una alta sensibilidad y con unas condiciones de trabajo óptimas para nuestra aplicación.

Características básicas funcionales:

- ✓ Sensibilidad: nA/ppm
- ✓ Tiempo de respuesta: < 25 segundos
- ✓ Rango de medida en ppm: de 0 a 200 ppm
- ✓ Máxima medida posible: 1000 ppm
- ✓ Rango de temperatura: de -20 a $50 (^{\circ}\text{C})$
- ✓ Rango de presión: de 80 a 120 (KPa)
- ✓ Rango de humedad relativa: de 15 a 90% de humedad relativa
- ✓ Peso: < 6 gramos

7.1.3.4. Medición del Ozono

Para la medida del Ozono, O_3 , utilizaremos el sensor MQ-131 de Winsen Technology, el cual ofrece una alta sensibilidad, rápida respuesta, alto rango de medida, además de una respuesta estable con una larga durabilidad.

En cuanto a la acomodación del mismo, posee una salida de tensión analógica por lo que su adaptación resulta muy fácil y cómoda, sin más que adaptar los niveles de salida del sensor a los propios del microprocesador.

Características básicas funcionales:

✓ Potencia:	<900mW
✓ Rango de medida:	0-1000 ppm
✓ Rango de temperatura:	de -20 a 50 ($^{\circ}C$)
✓ Sensibilidad:	3
✓ Rango de temperatura de trabajo:	de -30 a 50 ($^{\circ}C$)
✓ Rango de humedad de trabajo:	de 15 a 90 (%)

7.1.3.5. Medición del Dióxido de Azufre

Para la medida del dióxido de azufre utilizaremos el sensor SO₂-AE Sulfur Dioxide Sensor, de Alphasense, ya que se trata de un sensor muy lineal en el rango normal de medidas, con una alta sensibilidad y con unas condiciones de trabajo óptimas para nuestra aplicación.

Características básicas funcionales:

✓ Sensibilidad:	nA/ppm
✓ Tiempo de respuesta:	<25 segundos
✓ Rango de medida:	de 0 a 2.000 ppm
✓ Medida máxima posible:	10.000 ppm
✓ Rango de temperatura de trabajo:	de -30 a 50 ($^{\circ}C$)
✓ Rango de presión de trabajo:	de 80 a 120 (kPa)
✓ Rango de humedad de trabajo:	de 15 a 90 (%)
✓ Peso:	< 6 gramos

7.2. ELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR

A la hora de escoger el microcontrolador a emplear en un diseño concreto hay que tener en cuenta multitud de factores: la documentación a la cual se tiene acceso que puede hacer decantarnos por un modelo u otro y las herramientas de desarrollo disponibles por un lado, así como el precio del

mismo, los fabricantes que lo producen y, por supuesto, las características del microcontrolador por otro lado (tipo de memoria de programa, número de temporizadores, interrupciones, puertos etc.).

En nuestro caso, el PIC elegido es el MC9S08AW48 de Freescale, de la familia MC9S08AW, que combina el bajo consumo energético, con el eficiente “Core” HCS08, más el agregado de la capacidad de soportar 5V de alimentación, lo que además, lo hace ideal para el uso industrial.

Principales características:

- ✓ CPU de 8-Bit HCS08.
- ✓ Frecuencia de hasta 40-MHz en el CPU HCS08.
- ✓ Frecuencia del Bus interno de 20-MHz.
- ✓ 16KB / 32KB / 60KB de memoria FLASH programable en circuito y utilizable como EEPROM.
- ✓ 1KB / 2KB de RAM interna.
- ✓ Múltiples fuentes de Reloj: Cristal, Resonador, Oscilador externo, o Oscilador interno con ajuste por memoria no volátil.
- ✓ Modos de ahorro de energía – Wait y 2 stops.

➤ *Periféricos:*

- ADC de 10 bits y 16 canales con función de comparación automática
- 2 puertos SCI (UART) con break de 13-bit de longitud.
- SPI - Serial peripheral interface module
- IIC (Inter-integrated circuit)
- Timers de 16 bits – uno de 2 canales y uno de 6 canales con capacidad para PWM.
- KBI - keyboard interrupt module, de 8 puertos.

➤ *Entradas/Salidas:*

- 48 puertos input/output (I/O).
- Resistores de Pullups programables por soft en los puertos de entrada.
- Slew rate de los puertos de salida programables por soft.

En nuestro caso, la familia del PIC escogido tiene series de 60, 48, 32 y 16 patillas dependiendo del número de entradas/salidas que se necesiten en la aplicación. Se ha escogido el MC9S08AW48, ya que es necesario contar con las siguientes entradas/salidas:

Entradas:

Patillas del PIC

- ✓ Sensor de humedad: Patilla DATA y CLK 2
- ✓ Sensores calidad del aire: Una patilla por sensor 5

Salidas:

- ✓ Registro de desplazamiento 1 x 6
- ✓ Visualización 3 x 6
- ✓ CLK 1 x 6

En total son 37 patillas entre entradas y salidas, a las cuales añadimos la función reset del microcontrolador, las patillas de alimentación y masa, resulta idóneo para esta aplicación.

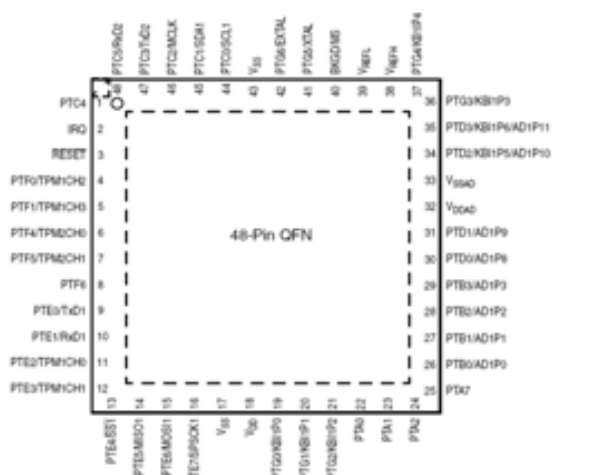


Imagen 3: Package Microcontrolador

Además, contamos con una gran capacidad de memoria para almacenar datos, ya que contamos con 32KB de memoria FLASH programable en circuito y utilizable como EEPROM (podemos almacenar datos mensuales o anuales para futuros estudios de temperatura, humedad y calidades de aire).

7.3. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

Para la alimentación del panel medioambiental, dada su aplicación al exterior y su ubicación en el entorno urbano, el sistema de alimentación más adecuado es la red eléctrica. A través de ella y tras transformarla adecuadamente a nuestras necesidades, se alimentará cada una de las diferentes partes del panel medioambiental de la siguiente manera:

La red eléctrica, se transforma mediante un transformador MULTICOMP, de 75 VA, 2x18 voltios y un rango de corriente de salida de 2

Amperios. Ha sido elegido por su versatilidad y porque se adapta muy bien a las necesidades de nuestro circuito. Una vez transformada, la rectificamos mediante un puente de cuadro diodos. Tras la rectificación, se filtra mediante condensadores electrolíticos.

Para generar los +5, +15 y -15 voltios que necesitamos para la alimentación de las diferentes partes del circuito, lo hacemos mediante reguladores de tensión, ya que fijan muy bien la tensión y suministran la corriente necesaria para nuestras necesidades.

Para evitar fluctuaciones de tensión o picos que puedan afectar al sistema, colocamos condensadores en paralelo con la alimentación.

Como resguardo ante fluctuaciones de corriente o tensión que puedan afectar al funcionamiento del circuito electrónico, colocamos un sistema de protección con filtro y limitadores de corriente antes del mismo, evitando así posibles averías derivadas de la red que puedan ocasionar daños irreparables en el mismo.

7.4. ELECCIÓN DEL POSTE INFORMATIVO

En cuanto al poste informativo (ver imagen), se trata de un panel publicitario de gran tamaño, 8 m² para una visualización estática de la información medioambiental con una altura total de 3,63 metros. Se trata de un diseño mono poste donde la información será mostrada en una única cara con un tamaño suficiente como para que se vea desde una distancia significativa fácilmente.

El poste cuenta con un bastidor de tubos estructurales de acero galvanizado. Además cuenta con recubrimiento en perfilaría de aluminio y marcos abatibles contruïdos en perfilaría de aluminio dotados con amortiguadores de gas, bisagras y cerradura.

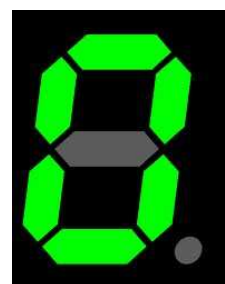


Imagen 4: Diseño del panel medioambiental

El diseño es fácilmente adaptable a nuestras necesidades, ya que todo nuestro sistema electrónico está colocado en un panel realizado expresamente con las medidas oportunas de este panel para tan solo fijarlo a la parte expositora y realizar el cableado oportuno. Además, cuenta con tubos fluorescente para iluminar el panel cuando la iluminación exterior no sea suficiente para ver la información.

7.5. ELECCIÓN DE LA VISUALIZACIÓN

A la hora de visualizar los datos, partiendo de que su utilización es en entorno ciudadano y su misión es la de informar, los dígitos deben ser suficientemente grandes para que puedan verse desde una distancia prudencial. Estamos hablando de dígitos de 127 mm. Led de 7 segmentos, los cuales ofrecen con una corriente de 20 mA por segmento, una excelente perspectiva. Estos led, dependiendo del material con el que son fabricados, emiten un determinado color. En este caso, como el panel es informativo se ha escogido led rojo, el cual ofrece una buena visión desde una distancia considerable.



Además se ha tenido en cuenta el coste y el consumo, puesto que son las principales premisas del diseño, por ello se han elegido dígitos Led de 7 segmentos.

8. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA A NIVEL DE BLOQUES

A continuación se muestra el diagrama de bloques, donde se enumeran los elementos que componen el sistema del panel informativo medioambiental. Sigue el esquema típico de un sistema de adquisición y distribución de señales basadas en un microcontrolador. El principio básico de funcionamiento pasa por la medida de cada uno de los sensores en un intervalo de tiempo determinado, un procesamiento de esa medida con su correspondiente adaptación y finalmente la visualización en modo dígito del valor del registro.

Consta de cuatro partes claramente diferenciadas, dependiendo de la función que realizan en el sistema: sistema de control, alimentación, medición y visualización.

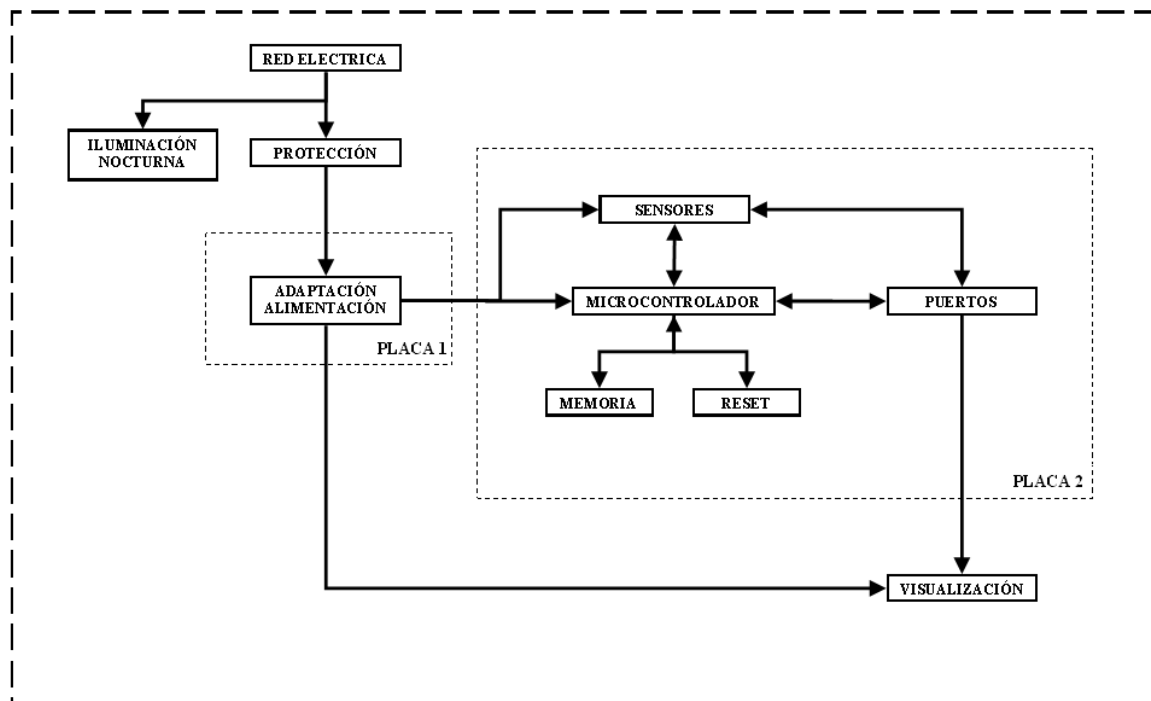


Imagen 5: Diagrama de Bloques

A continuación se describen los diferentes bloques:

Sistema de control:

El sistema de control es el centro de todo nuestro sistema, ya que es el encargado de gestionar toda la información que le es suministrada en cada puerto de entrada de los diferentes sensores del microcontrolador y una vez gestionada, enviarla para su posterior visualización led. En el sistema de control, el elemento principal es el microcontrolador.

Microcontrolador: Nuestro MC9S08AW48 constituye el centro de procesamiento de los datos enviados por los sensores, siendo el encargado de proceder al procesamiento de los datos para la visualización Led.

Del microcontrolador, de 48 pines, utilizamos 34 patillas los puertos de entrada y salida, una patilla para la salida del reloj y las diferentes alimentaciones del mismo.

- V_{DD} y V_{SS} son los pines de la alimentación primaria del microcontrolador. A través de estos, se proporciona alimentación a cada una de las entradas y salidas del mismo, así como a los reguladores internos de tensión. Entre estas alimentaciones se colocan condensadores electrolíticos para proteger y filtrar ruidos de alta frecuencia que puedan afectar.
- V_{DDAD} y V_{SSAD} son los pines de la alimentación analógica del microcontrolador. Sirve para alimentar al módulo interno ADC. Se coloca un condensador cerámico cerca de la patilla para filtrar ruidos de alta frecuencia y proteger.
- Las entradas son para los datos de entrada de los diferentes sensores y las salidas para su visualización.

- SCK es el pin que se conecta al pin DATA del sensor de temperatura y humedad para comandar la lectura de datos del sensor. El sensor admite unas dos adquisiciones o medidas por segundo por lo que no se debe forzar la lectura con refrescos superiores a este, y ni que decir que una medida de este tipo no necesita un refresco tan elevado, por lo que fijaremos una frecuencia tal a través de la programación del microcontrolador.

Este PIC va provisto de un botón de reset para resetear el sistema ante fallos producidos que afecten a la medida de los sensores o a la hora de la visualización.

La memoria está programada para registrar datos en un periodo de tiempo largo (mensual), para posteriormente poder utilizar esos registros almacenados. Los registros almacenados serán descargados bianualmente, cuando se proceda a la sustitución de cada uno de los sensores (cada uno de los sensores se sustituye cada dos años por uno nuevo para una correcta medida).

Sistema de alimentación:

Fuente de alimentación: Debemos diseñar una fuente de alimentación para alimentar las diferentes partes del circuito dado que partiendo de la red, queremos obtener +15, -15 y +5 voltios de alimentación. Para ello, es necesario acondicionar la señal al nivel de tensión requerido por el sistema teniendo en cuenta el nivel de corriente que puede demandar cada una de las partes del circuito. De esta forma, mediante un transformador de 230/34 voltios capaz de generar 2 amperios de salida, conseguimos un nivel de tensión que adaptamos mediante un puente de cuatro diodos a un nivel de continua.

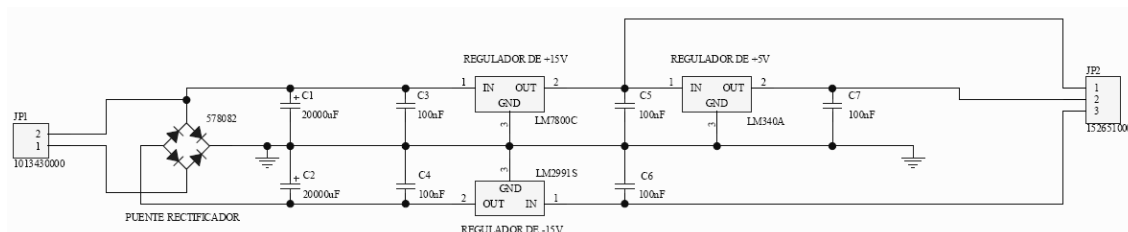


Imagen 7: Esquema fuente de alimentación

Una vez obtenido ese nivel, mediante el correspondiente filtrado, conseguimos un nivel de continua. Este nivel, lo regulamos a los niveles de +5, +15 y -15 mediante reguladores de tensión (uno para cada nivel de tensión) obteniendo así cada uno de los niveles requeridos por el sistema.

Los condensadores anteriores a los reguladores, se utilizan para el filtrado de altas frecuencias en los conductores de entrada y los condensadores

posteriores mejoran la respuesta transitoria a cambios rápidos en el requerimiento de corriente por la carga.

Cálculos relativos al transformador:

Condensadores no electrolíticos:

$$C=100 \text{ (nF)}$$

Condensadores electrolíticos:

$$I_0 = 2 \text{ (A)} \quad C = \frac{2 \text{ (A)} \times 10 \text{ (ms)}}{1 \text{ (v)}} = 20000 \mu\text{F} \quad AV_c = \frac{I_0 \times T}{C}$$

Transformador necesario:

NOTA: Consumo total máximo del circuito: 1720 (mA) por lo que se considera que con 2(A) que pueda suministrar la fuente es suficiente.

$$I_0 = 2 \text{ (A)}$$

$$V = 30 \text{ (v)} + 1 \text{ (v)} + 1 \text{ (v)} + 1 \text{ (v)} + 1 \text{ (v)} = 34 \text{ (v)}$$

Transformador: 230/34 (v) _ 2 (A)

Circuitos de Adaptación-Amplificación de los transductores:

Sensores meteorológicos: Los diferentes sensores en contacto con el ambiente, registran la información medioambiental. Cada una de las medidas, es acondicionada a los niveles extremos de entrada de los puertos, de 0 a 5 voltios para así obtener el mayor rango de medida posible. Posteriormente esa medida es procesada como se ha comentado en el apartado del microcontrolador.

A continuación se muestra la adaptación de cada uno de los sensores:

- Circuito relativo al sensor H₂S:

El sensor para la medida del sulfuro de hidrógeno proporciona en su salida una corriente proporcional al valor de concentración de este gas en el ambiente. Por ello, para adaptarlo al microcontrolador, configuramos las diferentes etapas de la siguiente manera:

- 1) La corriente generada por el sensor está comprendida entre dos extremos correspondientes al valor máximo y mínimo de concentración de gas:

0 (ppm) 4 (mA)

200 (ppm) 20 (mA)

Para estos valores de corriente, generamos unos valores de tensión mediante una etapa, a través de la configuración de las diferentes partes de la misma. Para ello, sabiendo que la salida de la etapa es:

$$V_0 = I \times R = R_1 \times \frac{20 \text{ K}\Omega}{10 \text{ K}\Omega} \times I$$

De donde obtengo que para $R_1=150 \text{ }\Omega$, obtenemos la siguiente relación:

4 (mA) 1,2 (v)

20 (mA) 6 (v)

- 2) Para amplificar la tensión y obtener los niveles de tensión deseados, es decir, de 0 a 5 voltios, se realiza mediante una etapa diferencial amplificadora configurada de la siguiente manera:

$$V_{out} = 6,25 - 1,04 V_o = 1,04 (6 - V_o)$$

Por lo que configurando una tensión externa a la etapa de 6 voltios mediante un diodo zener y adaptando las resistencias para obtener una ganancia de 1,04 conseguimos una tensión comprendida entre 0 y 5 voltios. Sendas resistencias de valores de 26 K Ω y 25 K Ω como podemos observar en el esquema.

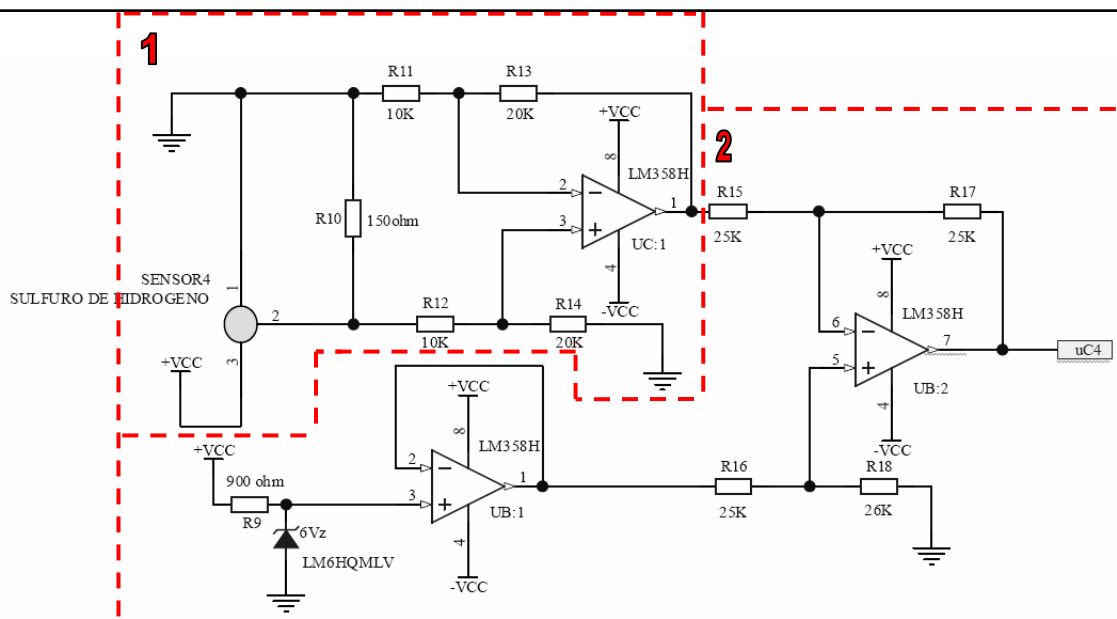


Imagen 8: Adaptación y amplificación sensor sulfuro de hidrogeno

- Circuito relativo al sensor CO:

El sensor para la medida del monóxido de carbono proporciona en su salida una tensión proporcional al valor de concentración de este gas en el ambiente. Para la lectura del valor excitamos al sensor durante dos intervalos de tiempo, 60 segundos para la tensión de 0,8 v y sucesivamente durante 90 segundos para la tensión de 0,25 v. Posteriormente, tras esas excitaciones obtenemos el valor de concentración de gas. La conmutación entre dichas tensiones la realizamos mediante el microcontrolador, es decir, controlando 2 salidas del microcontrolador y adaptando su tensión mediante un divisor resistivo.

Por ello, para adaptarlo al microcontrolador, configuramos las diferentes etapas de la siguiente manera:

- 1) Para la obtención de la medida, debemos excitar con dos tensiones de 0,8 y 0,25 voltios para obtener un valor de tensión correcto en la carga de salida y proporcional a la concentración de gas:

Para la generación de sendas tensiones, utilizamos una etapa amplificadora no inversora. En ambos casos, como partimos de 5 voltios de tensión, debemos atenuar la tensión:

$$V_{0,25} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times 5 \text{ voltios}$$

Donde elegimos $R_1 = 21k$ y $R_2 = 4k$ para obtener la tensión de 0,25 v.

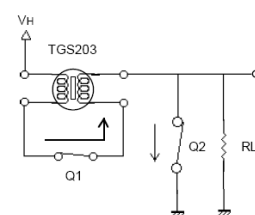


Figure 21-1 - Element heated period

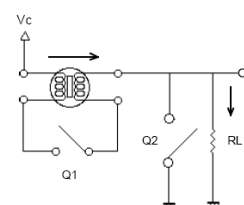


Figure 21-2 - Gas detection point

$$V_{0,8} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times 5 \text{ voltios}$$

Donde elegimos $R_1 = 20k$ y $R_2 = 1k$ para obtener la tensión de 0,8 v.

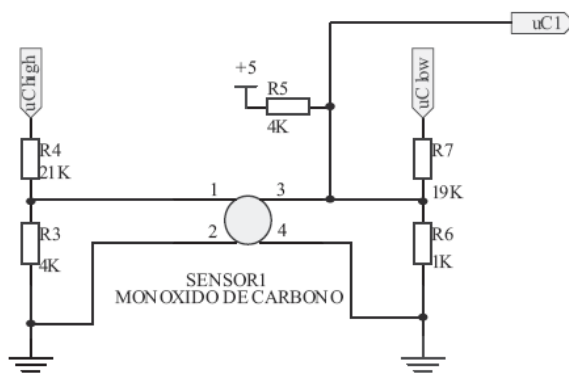


Imagen 9: Adaptación del sensor monóxido de carbono

- Circuito relativo al sensor O_3 :

Para la adaptación del circuito de ozono, el fabricante nos da unas indicaciones a seguir para obtener el óptimo funcionamiento del mismo. El circuito es bastante simple ya que la salida del sensor nos proporciona la tensión proporcional a la concentración del gas en cuestión por lo que no hace falta adaptación alguna.

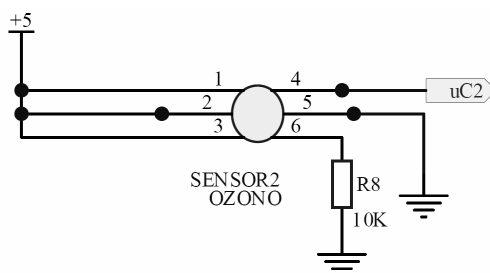


Imagen 10: Adaptación sensor ozono

- Circuito relativo al sensor de humedad:

El sensor de humedad dispone de 10 pines de conexión, aunque sólo se usan 4 de ellos, ya que los demás se utilizan para ser soldados y actuar de sujeción. Dicho sensor admite 2 medidas por segundo, pero para nuestro caso con 1 medida cada 10 segundos será suficiente dada nuestra aplicación.

La adaptación del mismo resulta muy sencilla, puesto que la salida que proporciona la medida de una manera digital y no hace falta adaptarla. También contiene una patilla para controlar el sensor a través del microcontrolador, la cual conectamos directamente a la salida del reloj del microcontrolador.

Incorporamos un condensador de desacoplo de 100 nF entre la conexión a tierra GND y la alimentación del sensor Vcc para evitar acoples.

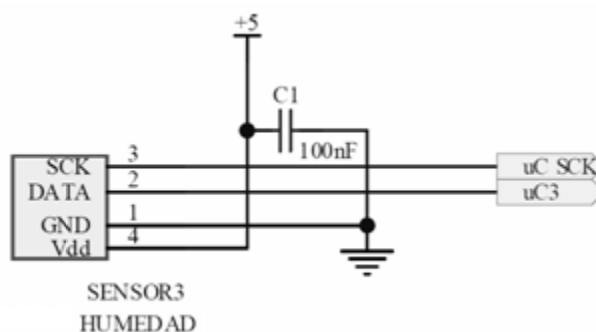
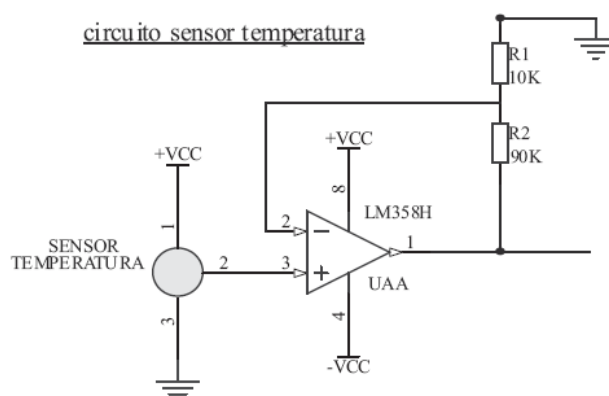


Imagen 11: Adaptación sensor de humedad

- Circuito relativo al sensor de temperatura:

El sensor de temperatura proporciona en su salida una tensión proporcional al valor de la temperatura ambiente. Por ello, para adaptarlo al microcontrolador, dado que la salida resulta de +10mV directamente ya en °C, por lo que mediante una etapa amplificadora no inversora, amplificamos en 10 el valor de la tensión:

$$V_{out} = \left(1 + \frac{90 \text{ K}\Omega}{3 \text{ K}\Omega}\right) \times V_{medida}$$



- Circuito relativo al sensor SO₂:

El sensor para la medida del dióxido de azufre proporciona en su salida una corriente proporcional al valor de concentración de este gas en el ambiente. Por ello, para adaptarlo al microcontrolador, configuramos las diferentes etapas de la siguiente manera:

- 1) La corriente generada por el sensor está comprendida entre dos extremos correspondientes al valor máximo y mínimo de concentración de gas:

0 (ppm)	0 (μA)
2000 (ppm)	140 (μA)

Para estos valores de corriente, generamos unos valores de tensión mediante una etapa, a través de la configuración de las diferentes partes de la misma. Para ello, sabiendo que la salida de la etapa es:

$$V_0 = I \times R = R_1 \times \frac{300 \text{ K}\Omega}{3 \text{ K}\Omega} \times I$$

De donde obtengo que para $I=100 \text{ }\mu\text{A}$, obtenemos la siguiente relación:

0 (μA)	0 (v)
140 (μA)	1.4 (v)

- 2) Posteriormente, utilizando una etapa amplificadora no inversora y configurando sendas resistencias de 357 KΩ y 100 KΩ obtenemos los niveles de tensión de 0 a 5 voltios óptimos para la entrada del microcontrolador.

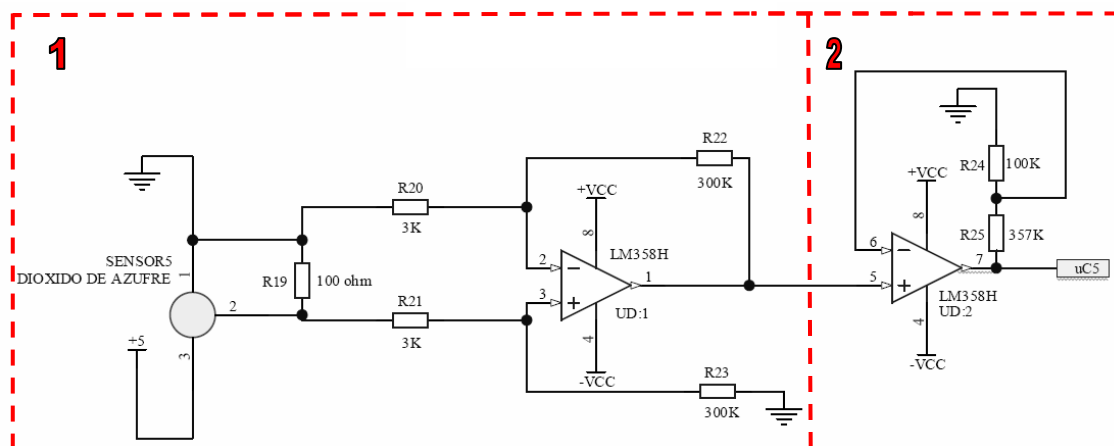


Imagen 12: Adaptación y amplificación sensor dióxido de azufre

- Circuito relativo al sensor NO₂:

El sensor para la medida del dióxido de nitrógeno proporciona en su salida una corriente proporcional al valor de concentración de este gas en el ambiente. Por ello, para adaptarlo al microcontrolador, configuramos las diferentes etapas de la siguiente manera:

- 1) La corriente generada por el sensor está comprendida entre dos extremos correspondientes al valor máximo y mínimo de concentración de gas:

0 (ppm)	0 (μA)
1000 (ppm)	100 (μA)

Para estos valores de corriente, generamos unos valores de tensión mediante una etapa, a través de la configuración de las diferentes partes de la misma. Para ello, sabiendo que la salida de la etapa es:

$$V_0 = I \times R = R_1 \times \frac{300 \text{ K}\Omega}{3 \text{ K}\Omega} \times I$$

De donde obtengo que para $R_1=100 \text{ }\Omega$, obtenemos la siguiente relación:

0 (μA)	0 (v)
100 (μA)	1 (v)

- 2) Posteriormente, utilizando una etapa amplificadora no inversora y configurando sendas resistencias de 5 KΩ y 1 KΩ obtenemos los niveles de tensión de 0 a 5 voltios óptimos para la entrada del microcontrolador.

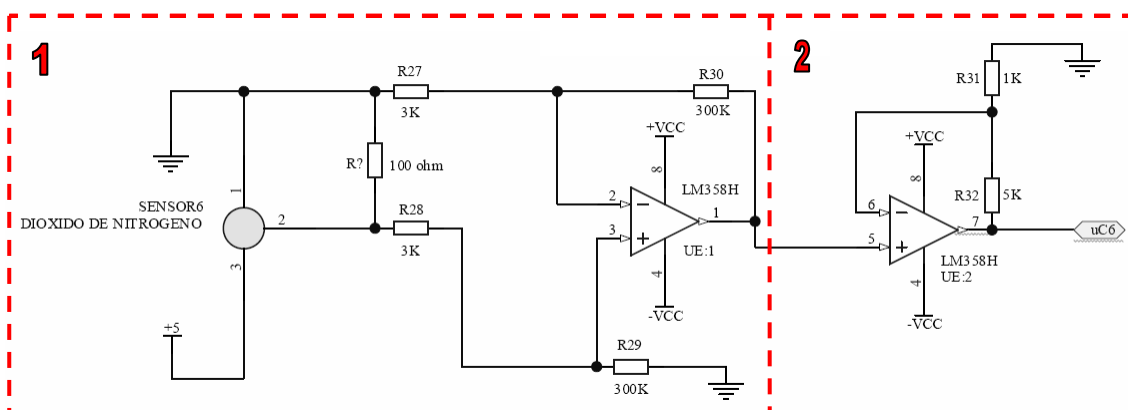


Imagen 13: Adaptación y amplificación sensor dióxido de nitrógeno

Sistema de visualización: Las medidas captadas a través de los sensores meteorológicos y gestionados mediante el microcontrolador, se visualizan en diferentes paneles de dígitos Led de 7 segmentos.

Para mostrar cada dígito correctamente, el microcontrolador a través de sus puertos, controla mediante transistores la visualización, es decir, cada dígito de visualización, es controlado mediante un transistor. El control del transistor se realiza mediante la activación (saturación) o desactivación (corte) a través del control mediante el microcontrolador. Así controlamos el dígito activo en todo momento.

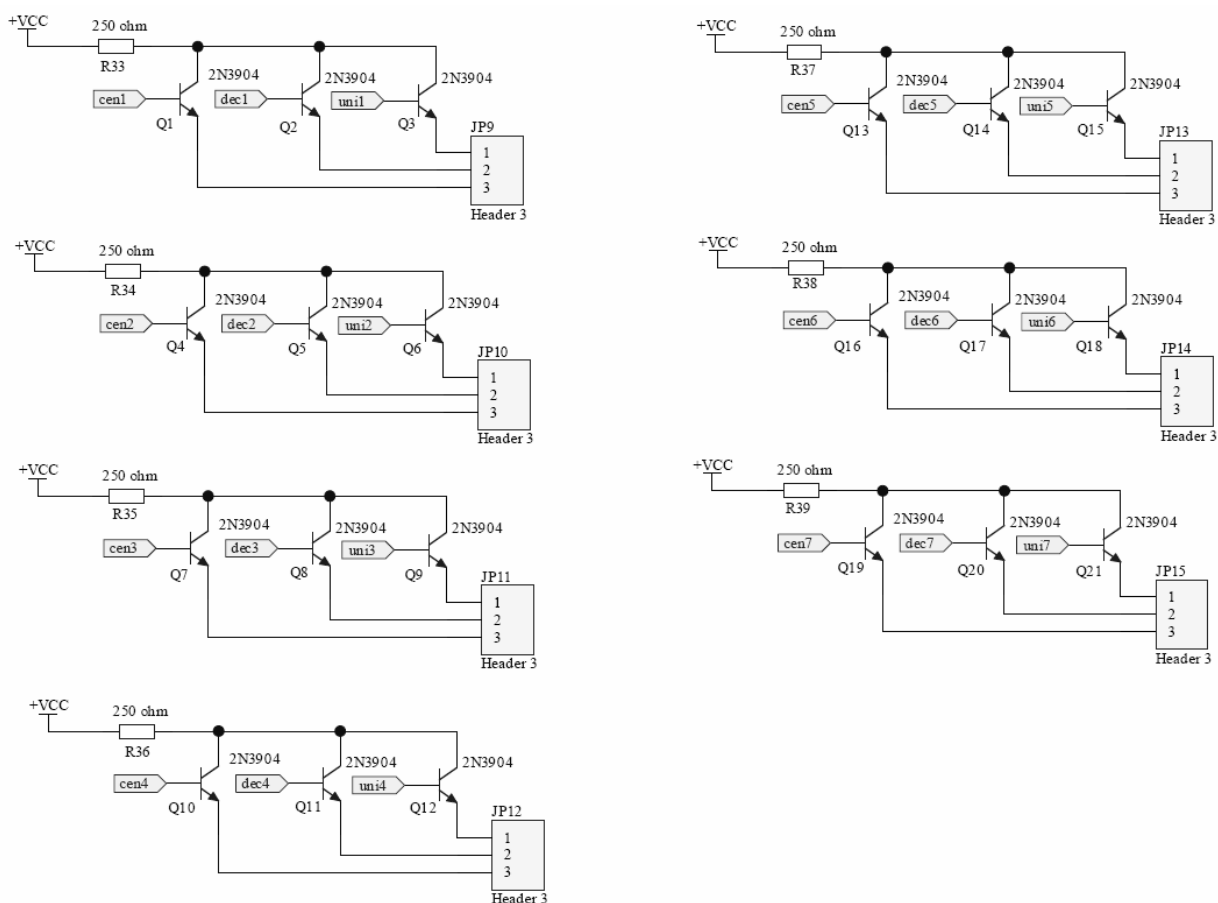


Imagen 14: Control de la visualización mediante transistores

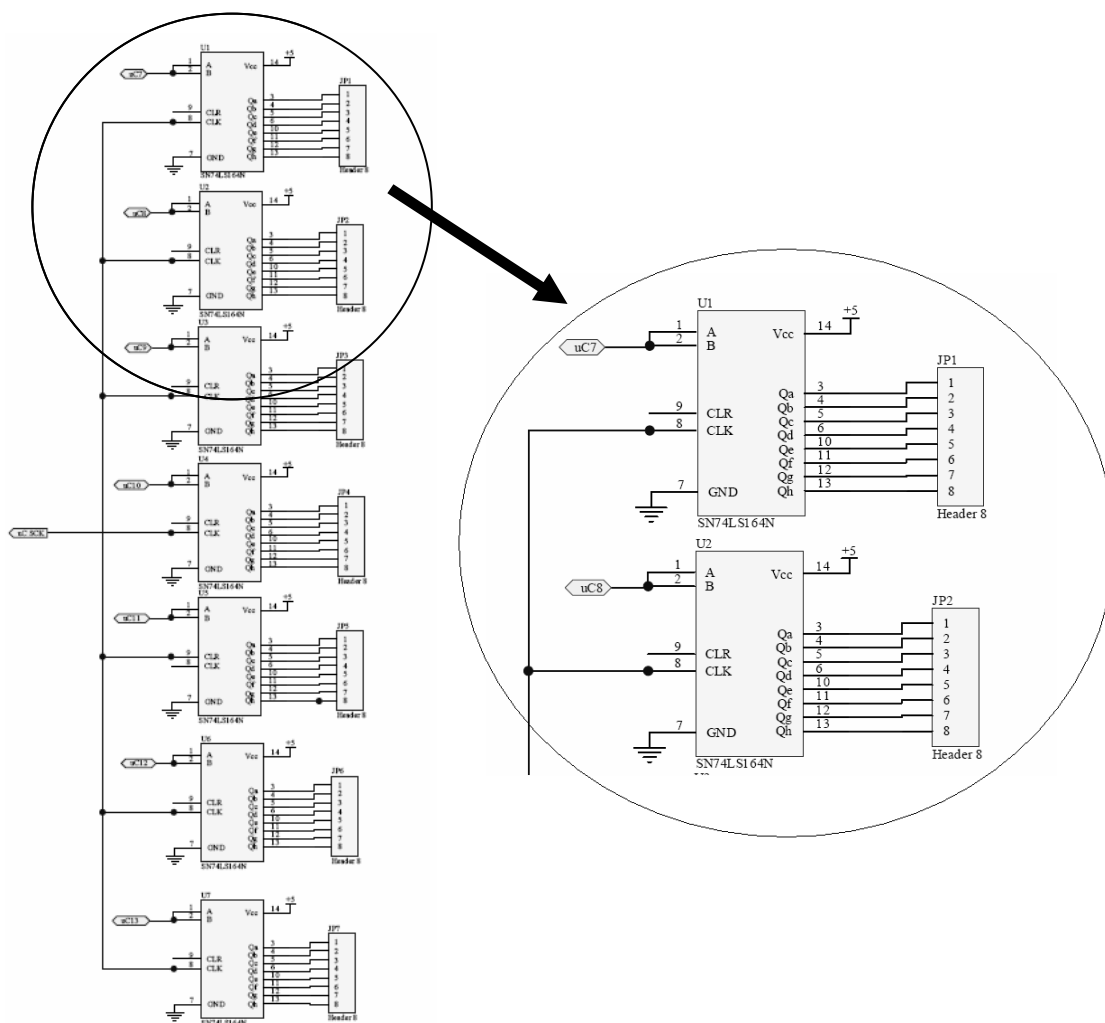


Imagen 15: Control de la visualización. Registro de desplazamiento

Por otra parte, para saber el dígito que se quiere mostrar, el microcontrolador gestiona un registro de desplazamiento serie a través del cual manda a cada registro la información a mostrar procedente de cada uno de los sensores, es decir, un registro de desplazamiento para cada una de las visualizaciones. De esta manera, a través de un puerto para cada visualización, se controla un registro de desplazamiento, el cual manda la información en serie a los tres dígitos para una correcta visualización de cada uno de los valores de los sensores.

El registro de desplazamiento tiene que controlar cada uno de los segmentos de cada dígito, es decir, 7 segmentos más la opción del punto de cada dígito. Al gestionar cada 3 dígitos mediante un registro de desplazamiento serie,

conseguimos optimizar el número de puertos para controlar los dígitos, ya que son 147 segmentos a controlar.

Además de ello, mediante el registro de desplazamiento serie conseguimos la corriente necesaria para una buena visualización de cada uno de los dígitos, puesto que el microcontrolador no puede suministrar dicha corriente de una manera efectiva.

9. INSTALACIÓN

En cuanto a la instalación del panel informativo medioambiental, cuenta con varios puntos de uniones eléctricas de fácil conexión. Como se puede ver en la imagen, los puntos de unión son entre la red eléctrica, la placa electrónica de alimentación y la propia de los sensores y la unión con los diferentes dígitos para su visualización.

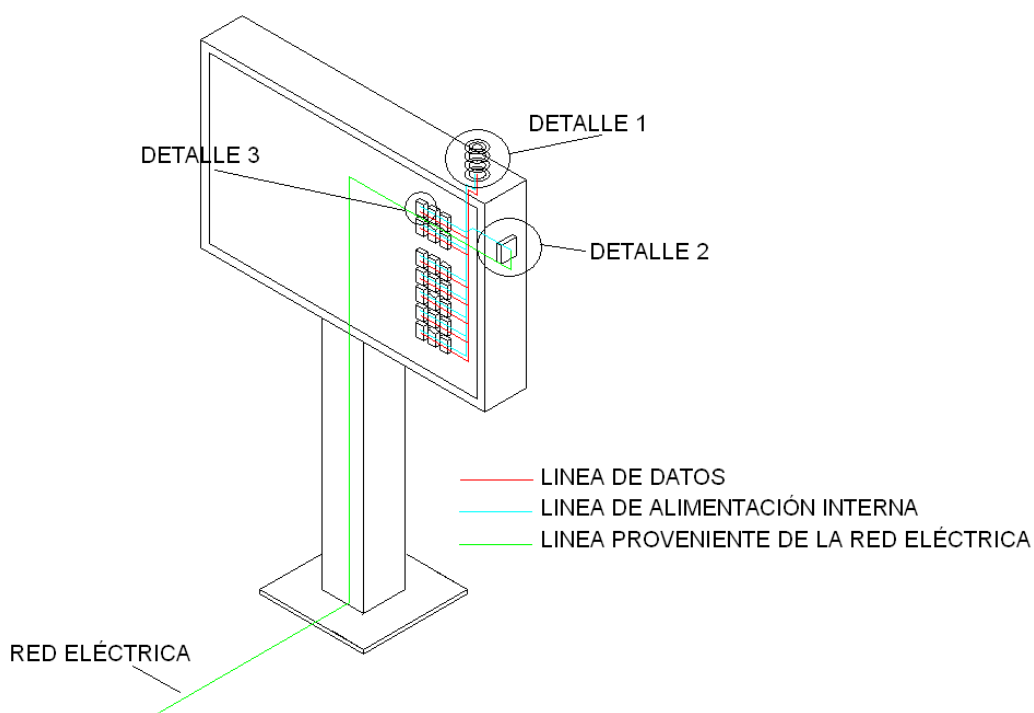


Imagen 16: Interconexionado en el panel informativo medioambiental

A continuación se explica cada uno de los detalles:

DETALLE 1:

A la placa principal, como se detalla en el plano de interconexionado, debemos conectar:

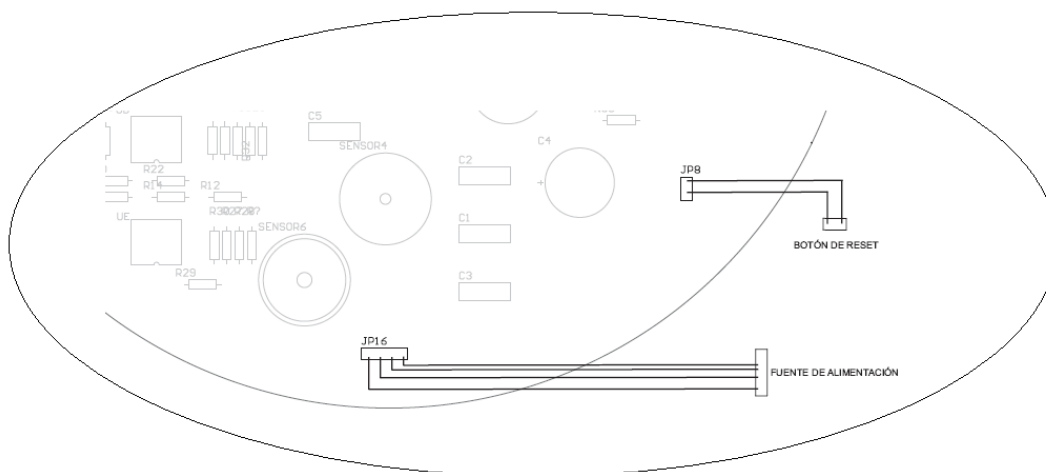


Imagen 17: Conexión de placa principal con fuente de alimentación y reset

- La entrada de la alimentación y el botón de reset:
Conectaremos al conector JP16 el cableado del conector de salida de la placa de alimentación.
Conectaremos al conector JP8 el botón de reset.

- Control de la visualización:

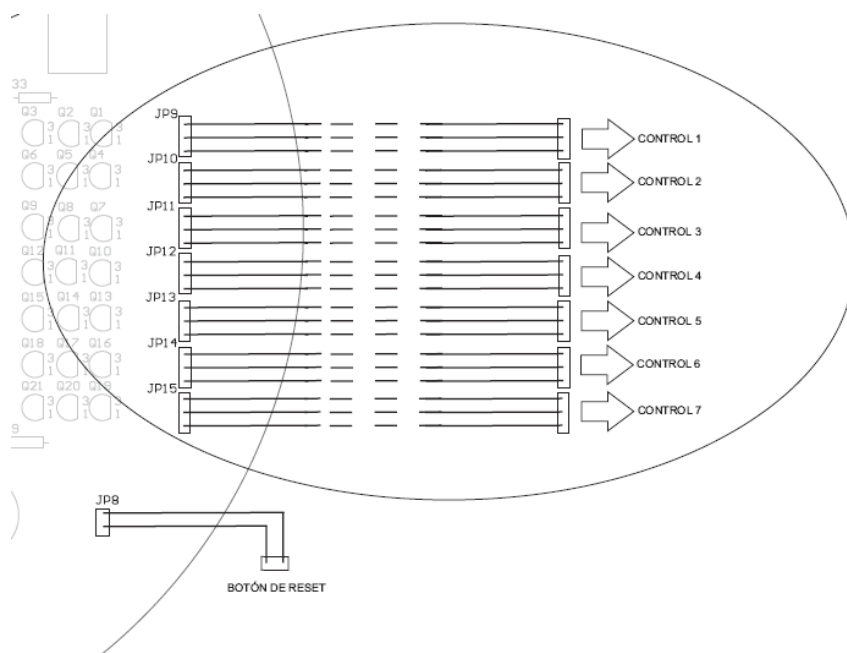


Imagen 18: Conexión de placa principal con visualización

Conectaremos a los conectores JP9-JP15 los terminales de control de cada visualización como se muestra en la imagen.

- Visualización:

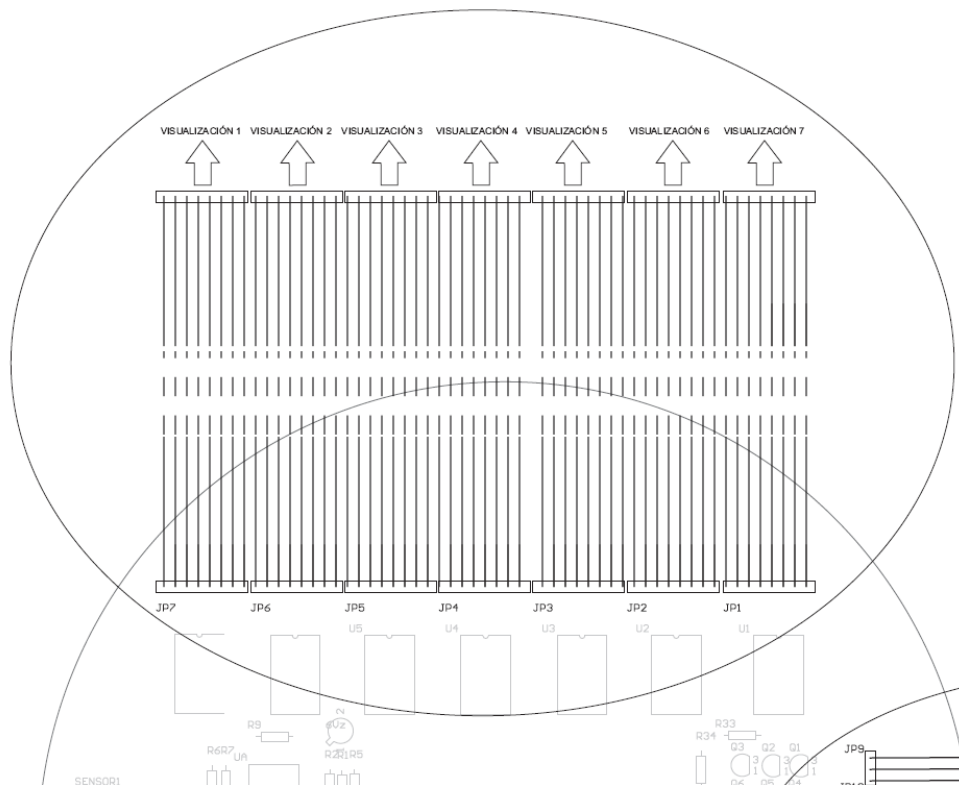


Imagen 19: Conexión de placa principal con visualización

Conectaremos a los conectores JP1-JP7 los terminales de cada visualización como se muestra en la imagen.

DETALLE 2:

La placa de alimentación, viene conexiónada a través de dos conectores. El conector JP1 de la placa de alimentación que conexiona con el transformador como se ilustra en la imagen:

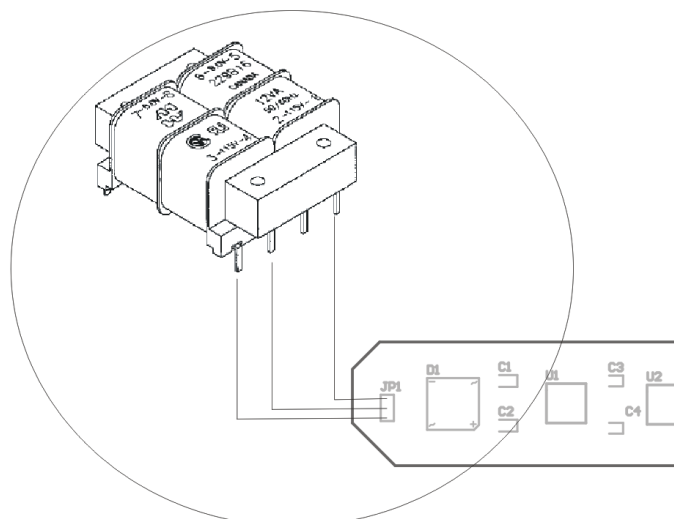


Imagen 20: Conexión de placa alimentación con transformador

A su vez, el transformador va conectado al cableado proveniente de la red eléctrica.

Por otro lado, el conector JP2 de la placa de alimentación va conectado con el conector JP16 de la placa principal de los sensores como se ilustra en la figura:

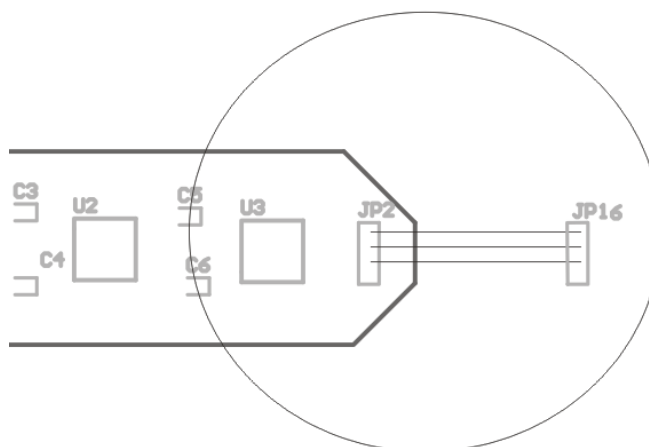


Imagen 21: Conexión de placa alimentación con el conector de la placa principal

DETALLE 3:

En la visualización, controlamos cada dígito por medio de su alimentación, ya que es controlado cada uno por el estado del transistor dedicado para cada dígito de cada visualización. Para cada visualización formada por tres dígitos, llevamos cada terminal de alimentación al conector correspondiente de control. Cada conector contiene una serigrafía con el número de conector de control para su fácil identificación y conexión con la placa general de los sensores.

Se muestra una figura a continuación:

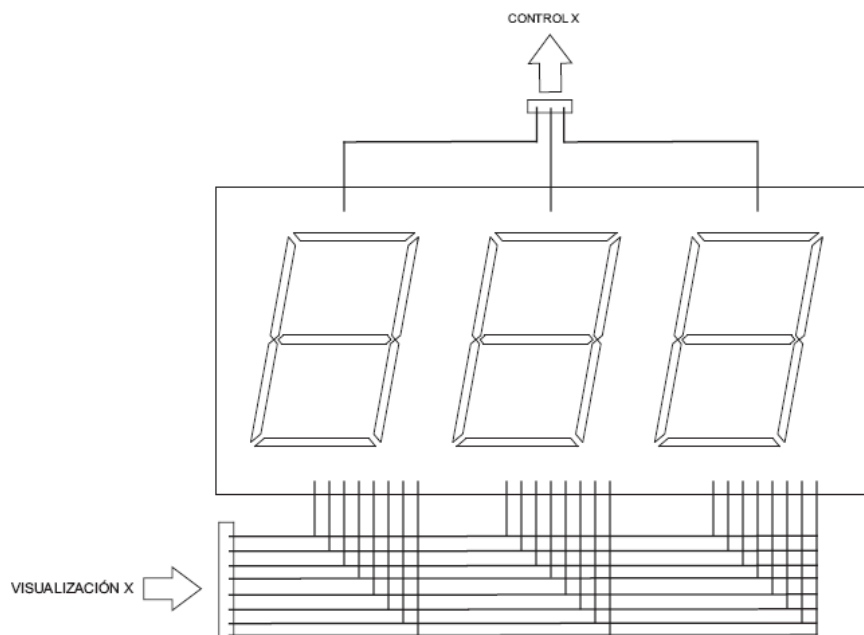
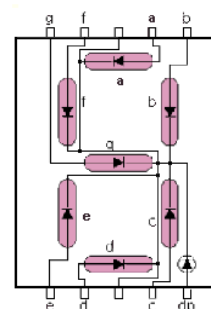


Imagen 22: Conexión de la visualización

El resto de conexión de cada dígito, como se muestra en la imagen, debemos conectar los tres dígitos de cada visualización al conector correspondiente de visualización. Cada conector contiene una serigrafía con el número de conector de control para su fácil identificación y conexión con la placa general de los sensores. Cada dígito debe conectar de igual manera cada led de cada dígito teniendo en cuenta la imagen de la derecha.



10. CONCLUSIONES

Todas las soluciones aquí recogidas se basan en el intento de realizar un sistema lo más moderno, versátil, con el mínimo consumo y simple posible, para satisfacer las necesidades tecnológicas que aquí se han presentado, sin incurrir en un coste excesivo. Esperando así, que este sistema consiga una buena acogida en el mercado y una pronta implantación en las áreas donde se pueda requerir. Este no es un sistema demasiado generalizado en el mercado, lo cual puede abrir nuevas vías tecnológicas o referentes a servicios que los usuarios puedan demandar, siendo posible que se vea sometido a posibles mejoras, las cuales puede ser sugerencias realizadas por los usuarios, para una posible y futura versión.

11. PROGRAMAS UTILIZADOS

Para el completo desarrollo de este proyecto se han utilizado varios programas o herramientas software tales como:

- ✓ **Protel DXP v.2.02:** software electrónico que nos ha posibilitado la realización de los diversos planos relativos a las placas de circuito impreso de las que consta este proyecto.
- ✓ **AutoCAD 2008:** software electrónico que nos ha posibilitado la realización de los diversos planos de estructuras de los que consta este proyecto.
- ✓ **Labview 2011:** software electrónico que nos ha posibilitado la realización de la simulación del panel medioambiental en el proyecto físico.

12. BIBLIOGRAFÍA

Para la realización de este proyecto se han consultado diversos libros, documentos y páginas Web relacionadas con el mismo. A continuación se citan algunos de ellos.

Bibliografía de libros y documentos:

- ✓ Torres Portero, Manuel y Torres Portero, Miguel Ángel: *“Diseño e ingeniería electrónica asistida con PROTEL DXP”*.
- ✓ *Apuntes de la asignatura de Electrónica Analógica de la E.U.I.T.I.Z.*
- ✓ Martín Del Brío, Bonifacio y Bono Nuez, Antonio: *“Apuntes de Microprocesadores e Instrumentación Electrónica”*.
- ✓ Martín Del Brío, Bonifacio y Bono Nuez, Antonio: *“Transductores y Sistemas de Instrumentación Electrónica”*.
- ✓ Martín Del Brío, Bonifacio y Bono Nuez, Antonio: *“Apuntes de Microprocesadores e Instrumentación Electrónica”*.
- ✓ Manual Labview 2011.

Bibliografía de Internet:

- ✓ <http://www.wikipedia.org>
- ✓ <http://www.freescale.com>
- ✓ <http://www.x-robotics.com>
- ✓ <http://www.directindustry.es>
- ✓ <http://www.gesensinginspection.com>
- ✓ <http://www.guemisa.com/hr.htm>
- ✓ <http://www.forosdeelectronica.com>
- ✓ <http://www.todopic.com.ar/foros/>
- ✓ <http://www.sensirion.com>
- ✓ <http://www.hwsensor.com>
- ✓ <http://www.alphasense.com>
- ✓ <http://www.euro-gasman.com>
- ✓ <http://www.rs-online.com>
- ✓ <http://www.farnell.com>
- ✓ <http://www.altium.com>
- ✓ <http://www.micropic.es>
- ✓ <http://www.zaragoza.es/ciudad/medioambiente>



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



PROYECTO FINAL DE CARRERA

PANEL INFORMATIVO MEDIOAMBIENTAL

PLANOS

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE
ZARAGOZA

HOJA DE IDENTIFICACIÓN
PROYECTO FINAL DE CARRERA

PANEL INFORMATIVO MEDIOAMBIENTAL

TITULACIÓN: INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
ESPECIALIDAD: ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
CURSO: 2011/2012

Autor:

- *Javier Gil Cabrejas*

Titulación: Ingeniero Técnico Industrial por la Universidad de Zaragoza

Especialidad: Electrónica Industrial

DNI: 72889526-L

Dirección: C/ Ildefonso Manuel Gil, nº30, 4ºC

Localidad: Zaragoza

Teléfono: 685502316

Correo electrónico: javi86dz@yahoo.es

Director del proyecto: Manuel Torres Portero
Departamento: Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación
Área: Expresión Gráfica
Despacho: C5-3-12. Edificio Torres Quevedo

Fecha y Firma

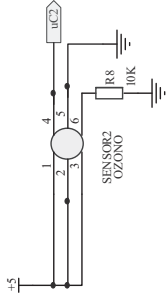
Javier Gil Cabrejas

Zaragoza a 15 de febrero 2012

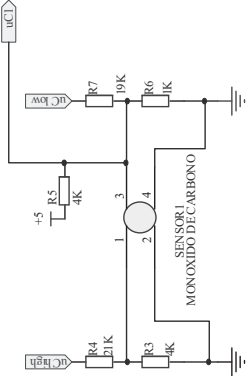
INDICE

1.	ESQUEMA ELÉCTRICO GENERAL	Plano 1
2.	SERIGRAFÍA CARA TOP PCB MEDIDA	Plano 2
3.	CARA BOTTOM PCB MEDIDA	Plano 3
4.	CARA TOP PCB MEDIDA	Plano 4
5.	MASCARILLA BOTTOM PCB MEDIDA	Plano 5
6.	MASCARILLA TOP PCB MEDIDA	Plano 6
7.	TALADRADO PCB MEDIDA	Plano 7
8.	LISTADO DE COMPONENTES MEDIDA	Plano 8
9.	LISTADO DE COMPONENTES MEDIDA 2	Plano 9
10.	DESPIECE GENERAL PANEL	Plano 10
11.	ESQUEMA GENERAL FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Plano 11
12.	SERIGRAFÍA PANEL GENERAL	Plano 12
13.	SERIGRAFÍA CARA TOP ALIMENTACIÓN	Plano 13
14.	CARA TOP ALIMENTACIÓN	Plano 14
15.	MASCARILLA BOTTOM ALIMENTACIÓN	Plano 15
16.	MASCARILLA TOP ALIMENTACIÓN	Plano 16
17.	TALADRADO PCB ALIMENTACIÓN	Plano 17
18.	LISTADO DE COMPONENTES ALIMENTACIÓN	Plano 18

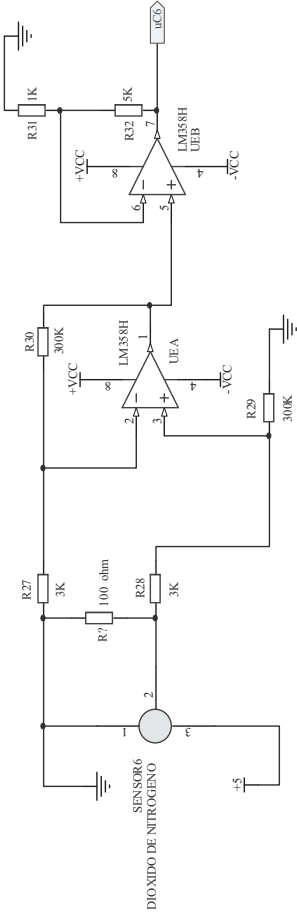
circuito sensor O3



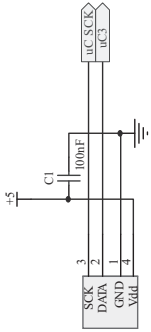
circuito sensor CO



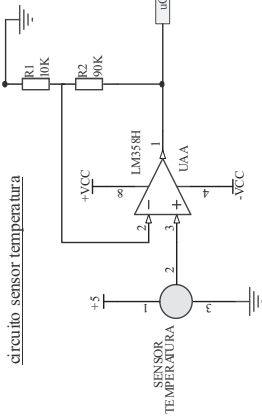
circuito sensor NO2



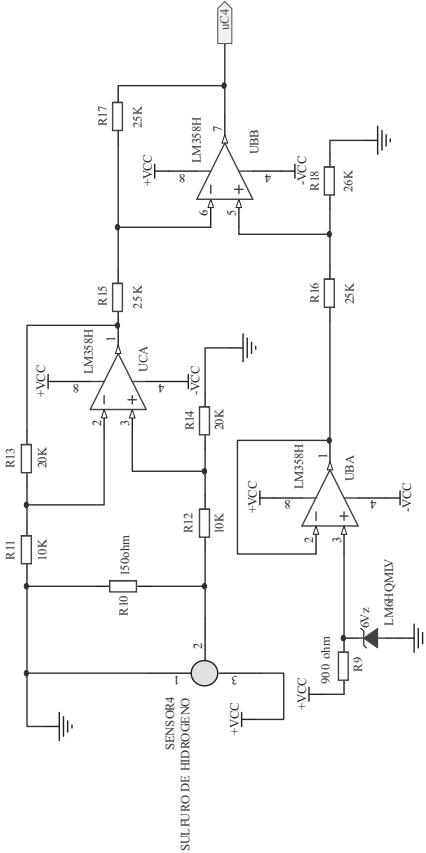
circuito sensor humedad



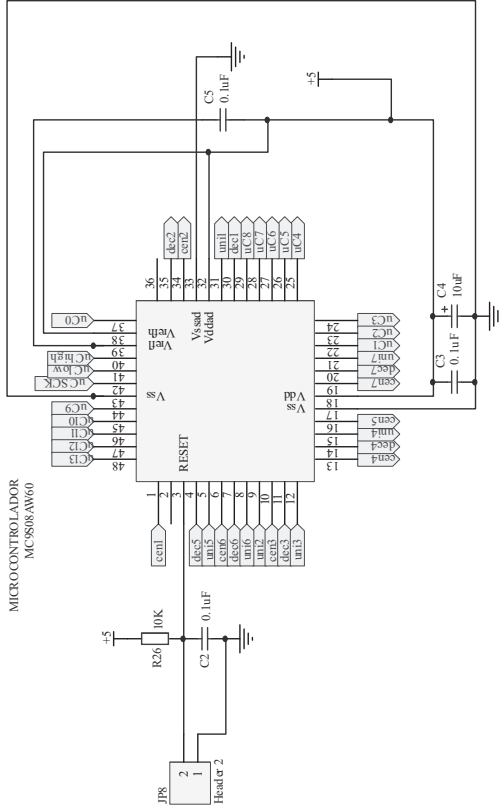
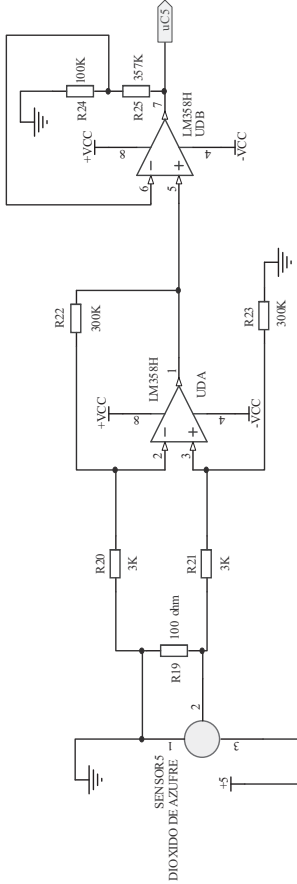
circuito sensor temperatura



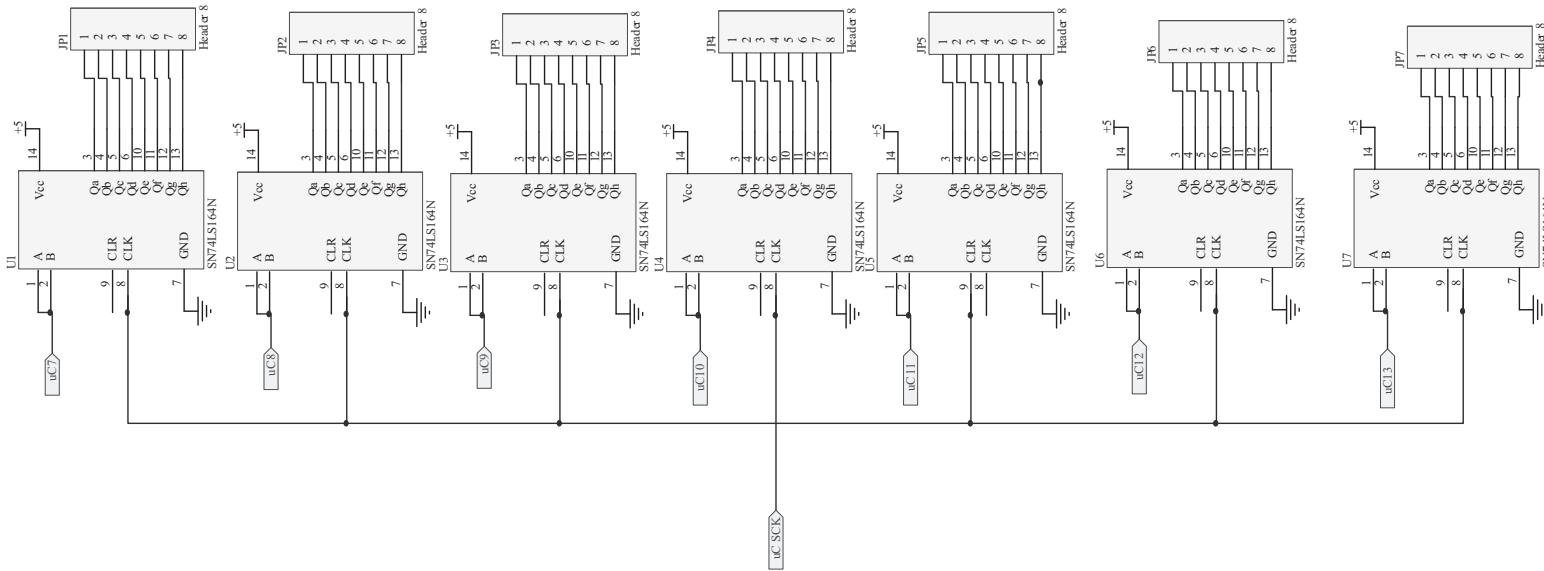
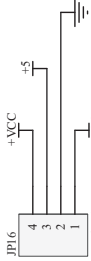
circuito sensor H2S

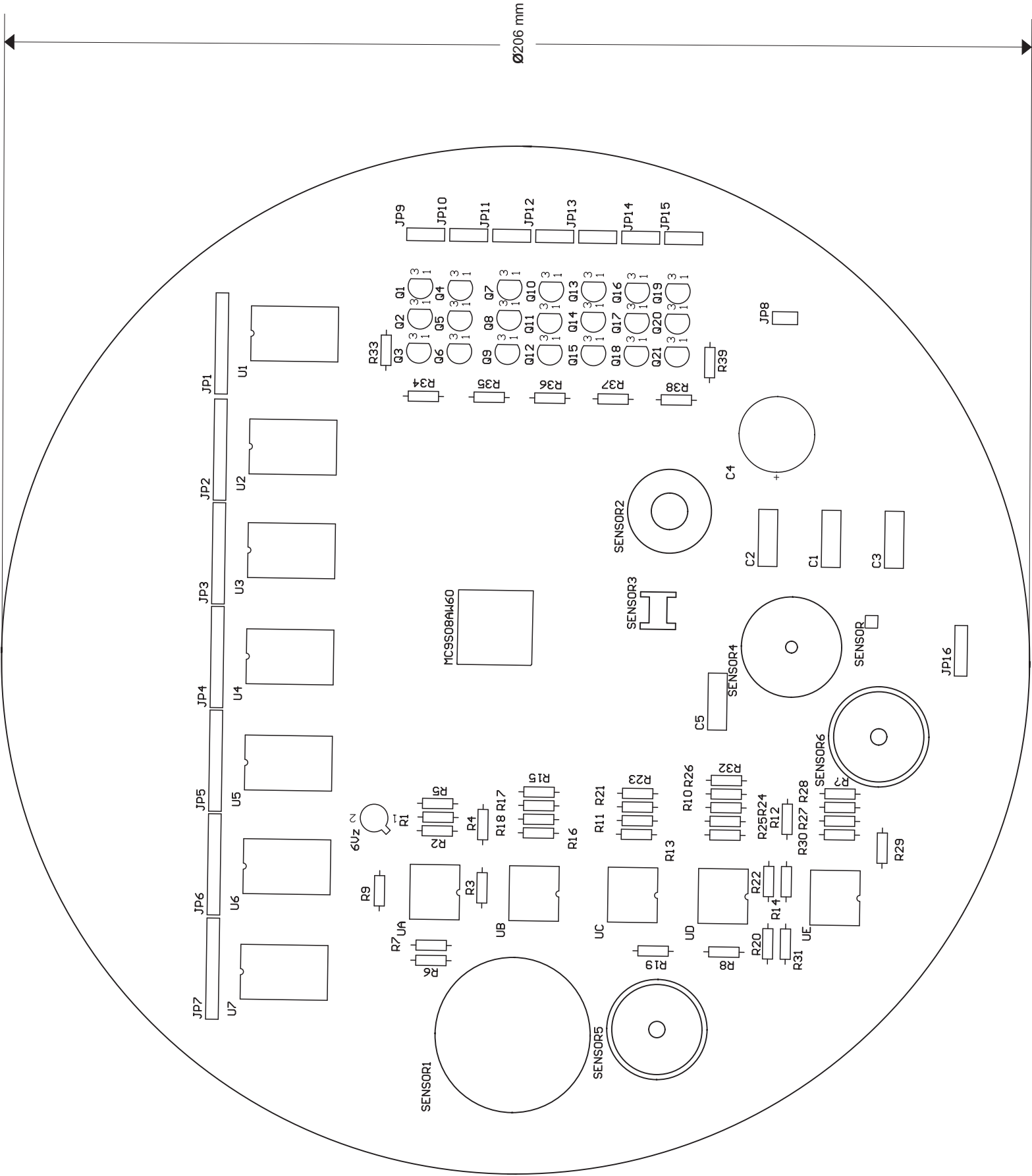


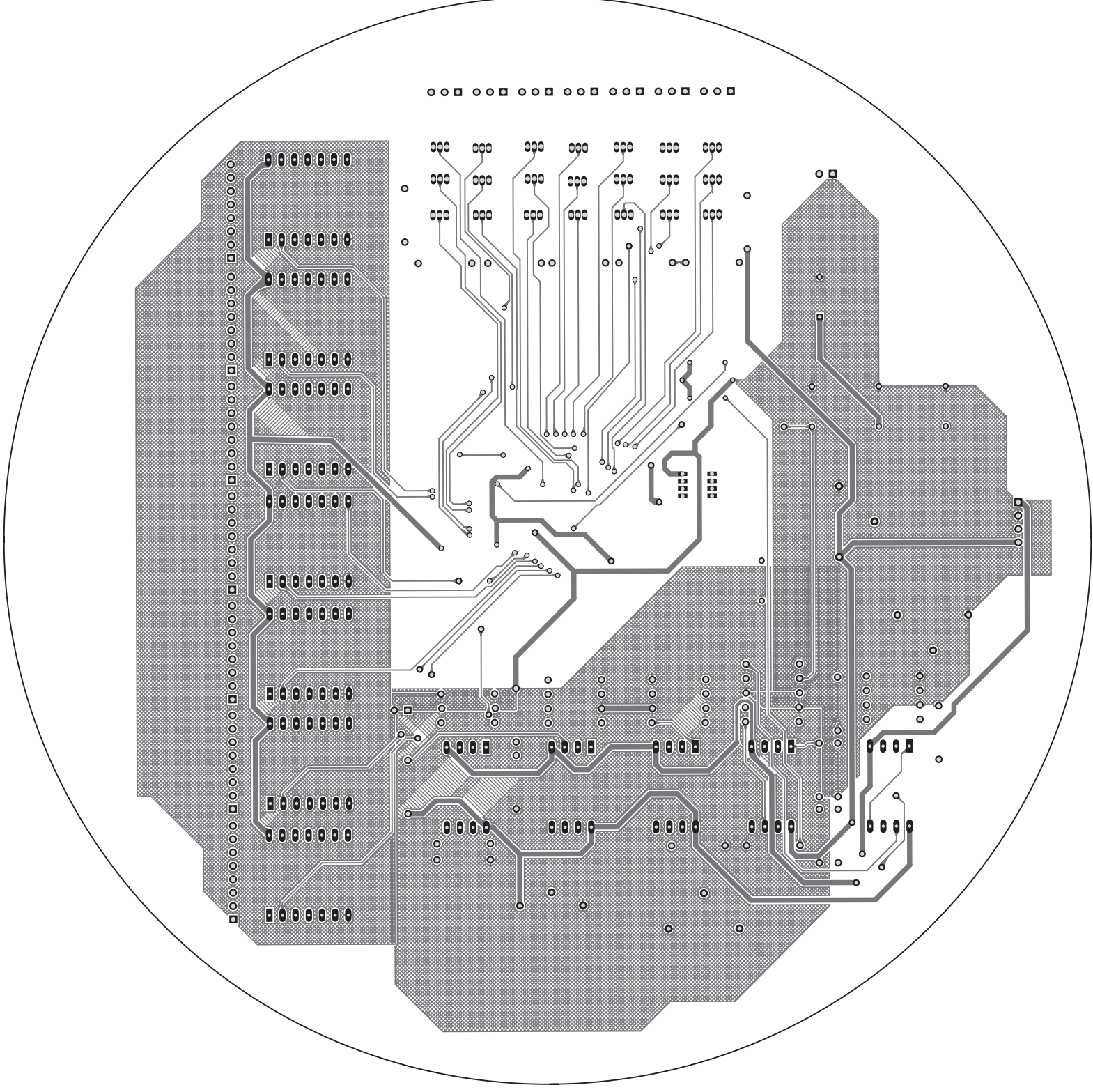
circuito sensor SO2




circuito entrada de tension



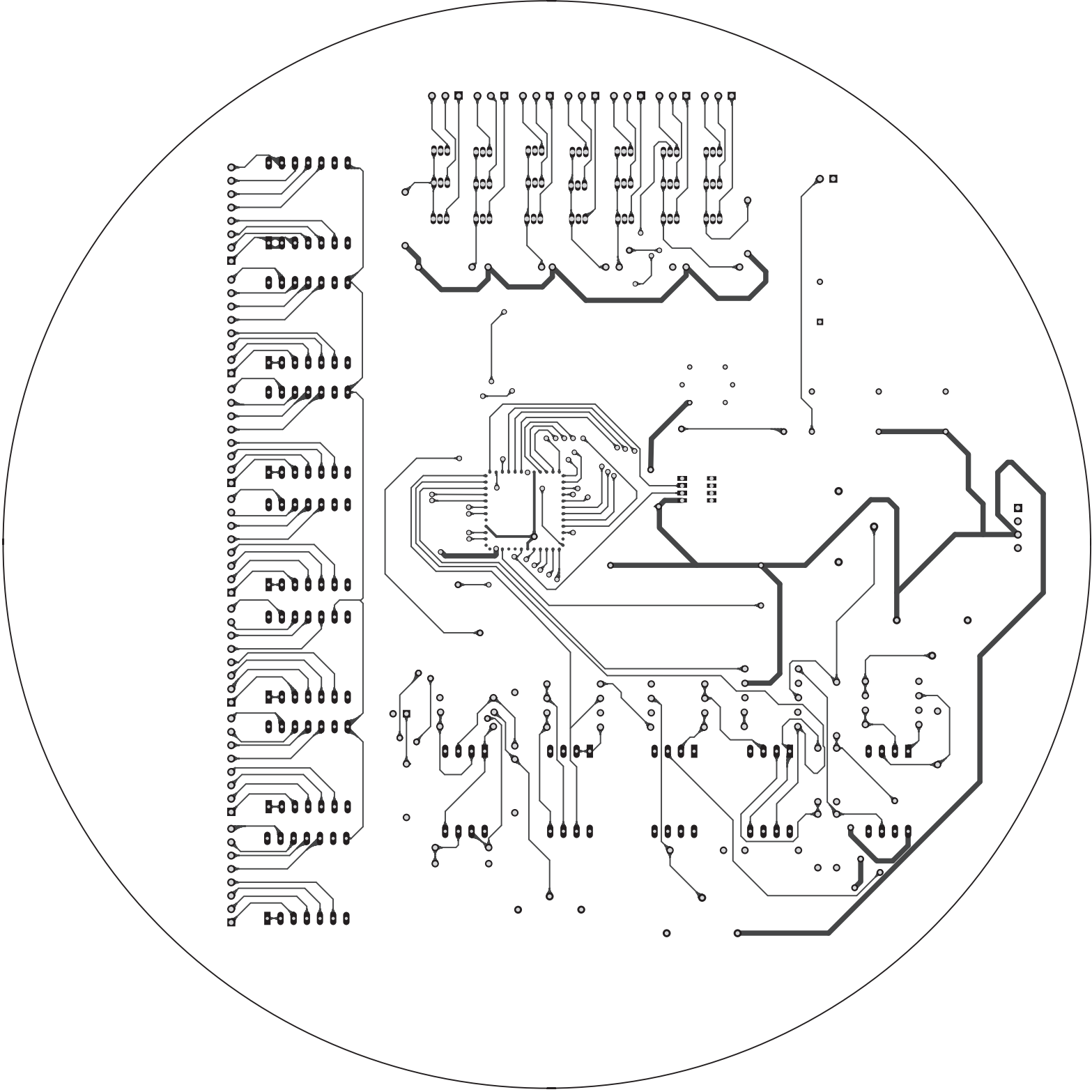




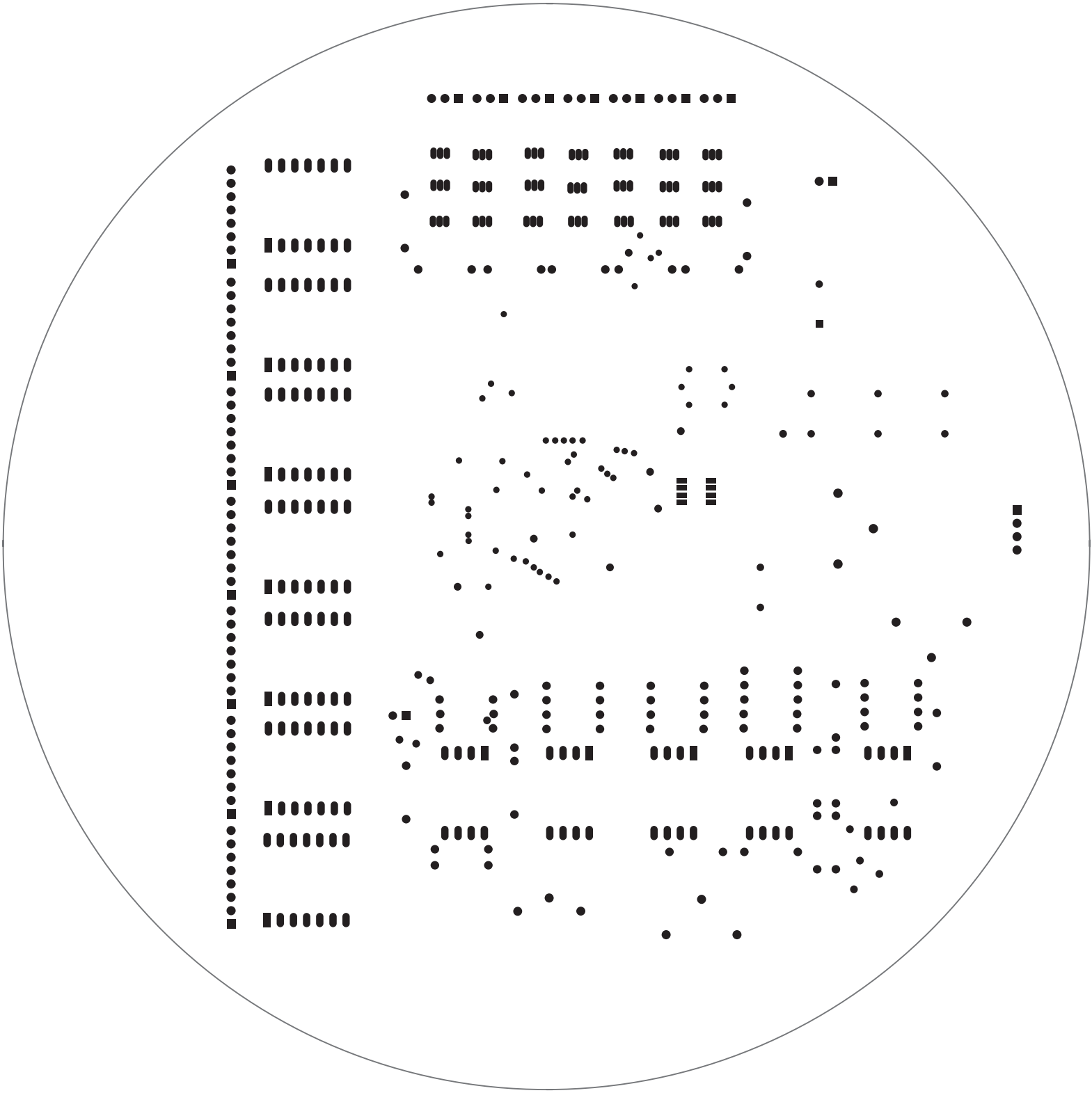
					Firma:	ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA		Curso: 2011/2012
Dibujado:	24/09/2011	Nombre:	Javier Gil Cabrejas					
Comprobado:	24/09/2011		Manuel Torres Portero					
Escala:								


CARA BOTTOM PCB MEDIDA

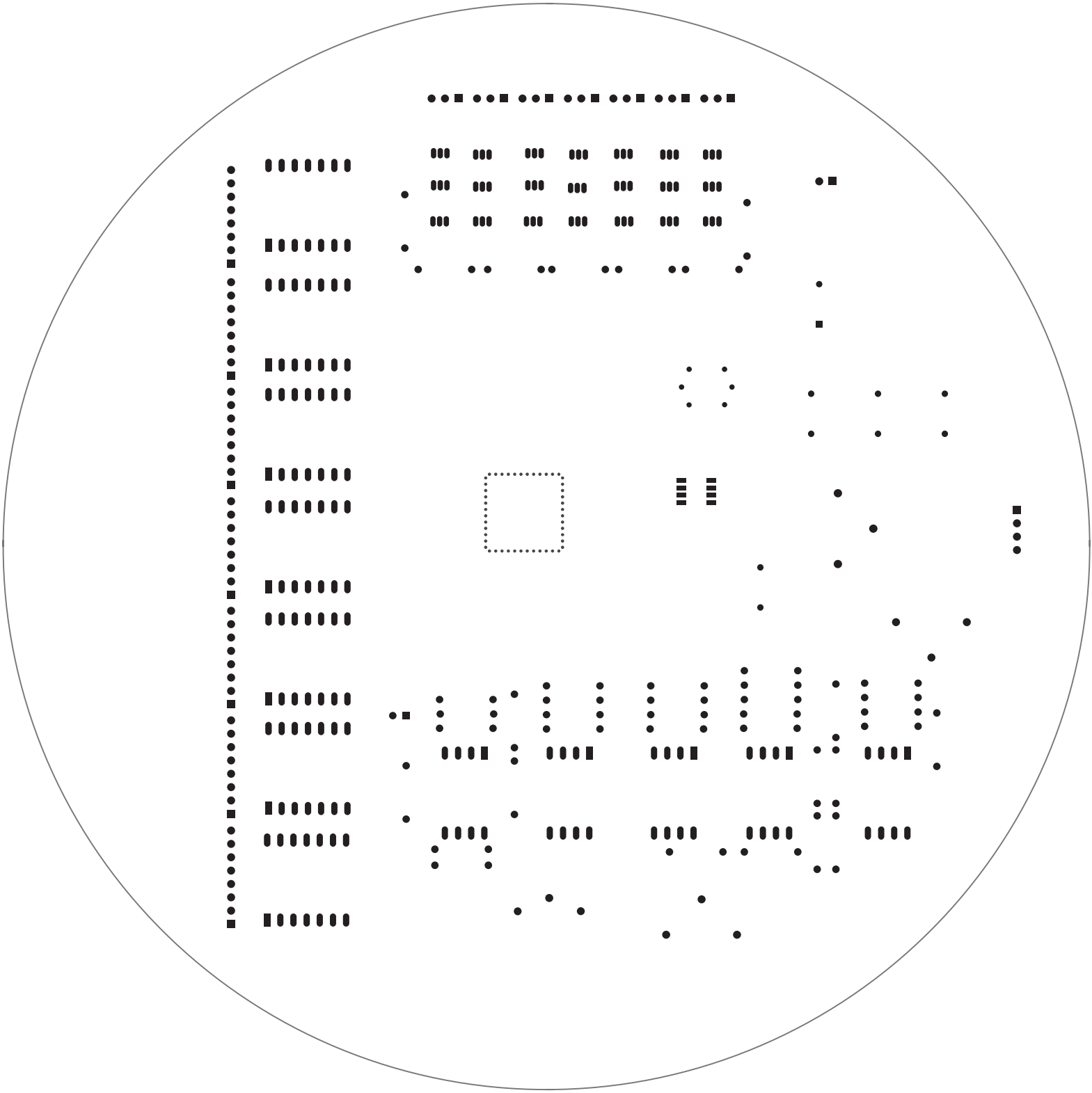
1:1



Fecha:		Nombre:		Firma:		ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA	
Dibujado:	24/09/2011	Javier Gil Cabrejas					
Comprobado:	24/09/2011	Manuel Torres Portero					
Escala:		1:1		CARA TOP PCB MEDIDA		Plano nº: 4	
						Curso: 2011/2012	

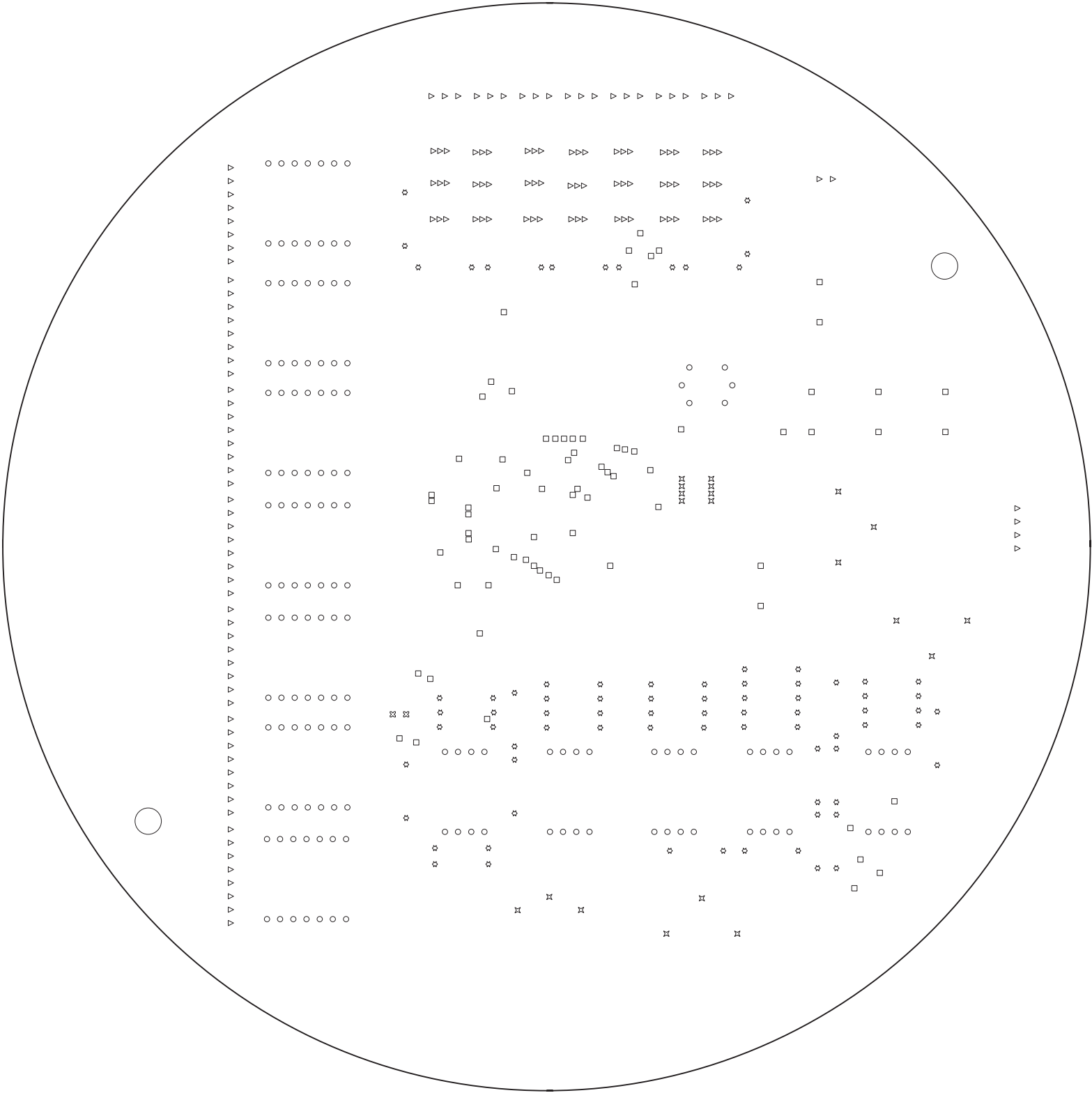


Escala:	1:1	MASCARILLA BOTTOM PCB MEDIDA				Plano nº: 5		Curso: 2011/2012
Dibujado:	24/09/2011	Nombre:	Javier Gil Cabrejas	Firma:		ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA		
Comprobado:	24/09/2011	Manuel Torres Portero						



Fecha:		Nombre:		Firma:	ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA
Dibujado:	24/09/2011	Javier Gil Cabrejas			
Comprobado:	24/09/2011	Manuel Torres Portero			
Escala:					
1:1		Plano n.º:			
		6			
		Curso: 2011/2012			





LEYENDA Ø:

- 0.60 mm.
- 0.70 mm.
- ⌘ 0.75 mm.
- ⌘ 0.80 mm.
- ⌘ 0.85 mm.
- ▽ 0.90 mm.

○ 5 mm. (taladro de sujeción de PCB)

	Fecha:	Nombre:	Firma:	ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA		Plano nº: 7	Curso: 2011/2012
Dibujado:	24/09/2011	Javier Gil Cabrejas					
Comprobado:	24/09/2011	Manuel Torres Portero					
Escala:	1:1						
TALADRADO PCB MEDIDA							



Identificación General	Identificación Particular	Encapsulado	LibRef	Quantity
6Vz	Precision Reference	CAN-2/D5.6	LM113-1H-QMLV	1
C1	Capacitor	RAD-0.3	Cap 100nF	1
C2	Capacitor	RAD-0.3	Cap 0.1 uF	1
C3	Capacitor	RAD-0.3	Cap 0.1 uF	1
C4	Polarized Capacitor (Radial)	RB7.6-15	Cap Pol1 10uF	1
C5	Capacitor	RAD-0.3	Cap 0.1 uF	1
JP1	Header, 8-Pin	HDR1X8	Header 8	1
JP2	Header, 8-Pin	HDR1X8	Header 8	1
JP3	Header, 8-Pin	HDR1X8	Header 8	1
JP4	Header, 8-Pin	HDR1X8	Header 8	1
JP5	Header, 8-Pin	HDR1X8	Header 8	1
JP6	Header, 8-Pin	HDR1X8	Header 8	1
JP7	Header, 8-Pin	HDR1X8	Header 8	1
JP8	Header, 2-Pin	HDR1X2	Header 2	1
JP9	Header, 3-Pin	HDR1X3	Header 3	1
JP10	Header, 3-Pin	HDR1X3	Header 3	1
JP11	Header, 3-Pin	HDR1X3	Header 3	1
JP12	Header, 3-Pin	HDR1X3	Header 3	1
JP13	Header, 3-Pin	HDR1X3	Header 3	1
JP14	Header, 3-Pin	HDR1X3	Header 3	1
JP15	Header, 3-Pin	HDR1X3	Header 3	1
JP16	Header, 4-Pin	HDR1X4	Header 4	1
MC9S08AW60	Microcontroler MC9S08AW60_48	MC9S08AW48	MC9S08AW60_48	1
Q1	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q2	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q3	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q4	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q5	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q6	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q7	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q8	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q9	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q10	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q11	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q12	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q13	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q14	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q15	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q16	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q17	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q18	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q19	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q20	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
Q21	NPN General Purpose Amplifier 2N3904	BCY-W3/E4	2N3904	1
R1	Resistor 1K	AXIAL-0.4	Res2	1
R2	Resistor 100K	AXIAL-0.4	Res2	1
R3	Resistor 100ohm	AXIAL-0.4	Res2	1
R4	Resistor 1K	AXIAL-0.4	Res2	1
R5	Resistor 100K	AXIAL-0.4	Res2	1
R6	Resistor 11K	AXIAL-0.4	Res2	1
R7	Resistor 89K	AXIAL-0.4	Res2	1

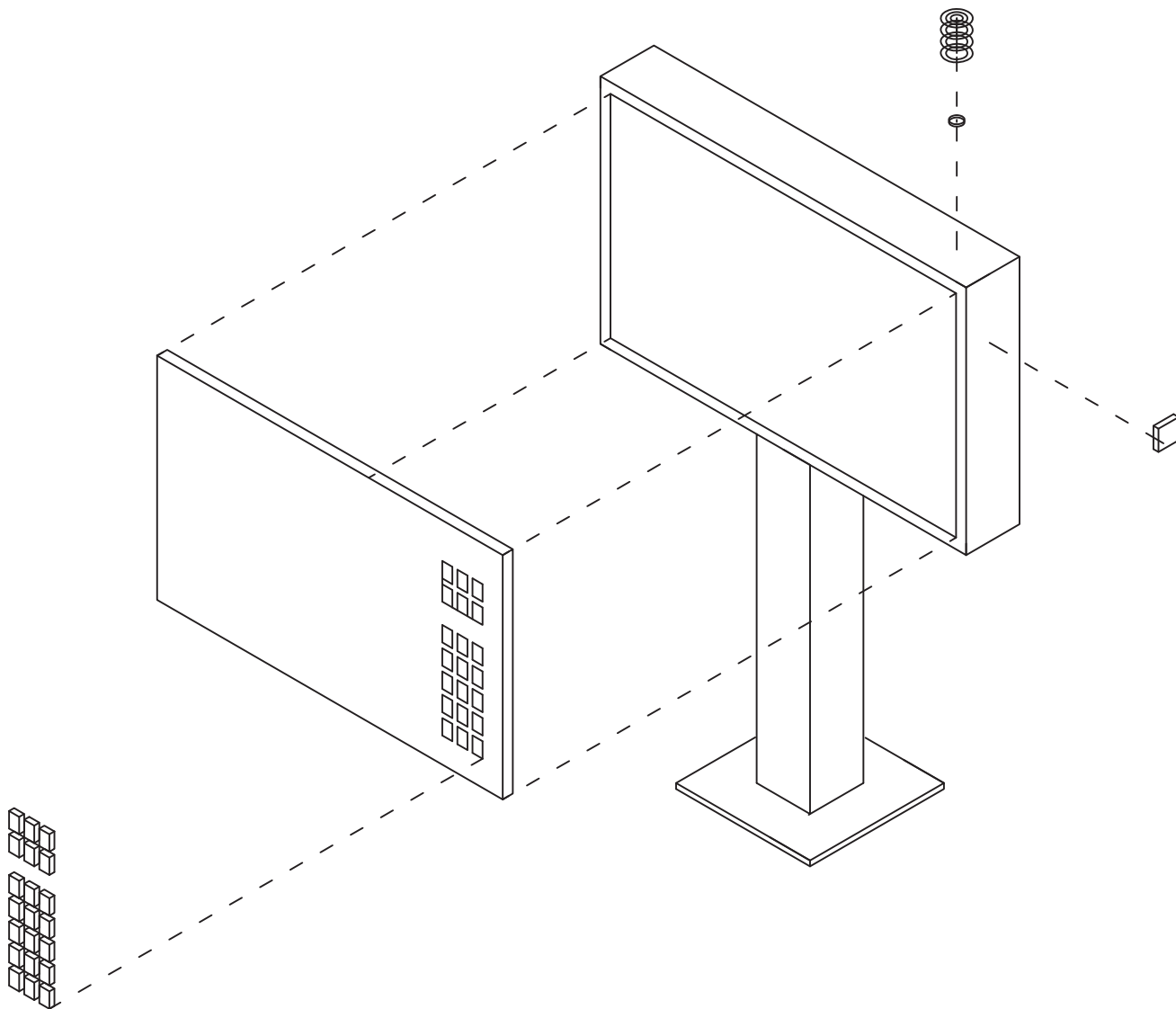
	Fecha:	Nombre:	Firma:	ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA
Dibujado:	20/07/2011	Javier Gil Cabrejas		
Comprobado:	24/09/2011	Manuel Torres Portero		
Escala:	LISTADO DE COMPONENTES MEDIDA			Plano nº:
				8
				Curso: 2011/2012



R8	Resistor 10K	AXIAL-0.4	Res2	1
R9	Resistor 900ohm	AXIAL-0.4	Res2	1
R10	Resistor 150 ohm	AXIAL-0.4	Res2	1
R11	Resistor 10K	AXIAL-0.4	Res2	1
R12	Resistor 10K	AXIAL-0.4	Res2	1
R13	Resistor 20K	AXIAL-0.4	Res2	1
R14	Resistor 20K	AXIAL-0.4	Res2	1
R15	Resistor 25K	AXIAL-0.4	Res2	1
R16	Resistor 25K	AXIAL-0.4	Res2	1
R17	Resistor 25K	AXIAL-0.4	Res2	1
R18	Resistor 26K	AXIAL-0.4	Res2	1
R19	Resistor 100ohm	AXIAL-0.4	Res2	1
R20	Resistor 3K	AXIAL-0.4	Res2	1
R21	Resistor 3K	AXIAL-0.4	Res2	1
R22	Resistor 300K	AXIAL-0.4	Res2	1
R23	Resistor 300K	AXIAL-0.4	Res2	1
R24	Resistor 100K	AXIAL-0.4	Res2	1
R25	Resistor 357K	AXIAL-0.4	Res2	1
R26	Resistor 10K	AXIAL-0.4	Res2	1
R27	Resistor 3K	AXIAL-0.4	Res2	1
R28	Resistor 3K	AXIAL-0.4	Res2	1
R29	Resistor 300K	AXIAL-0.4	Res2	1
R30	Resistor 300K	AXIAL-0.4	Res2	1
R31	Resistor 1K	AXIAL-0.4	Res2	1
R32	Resistor 5K	AXIAL-0.4	Res2	1
R33	Resistor 250ohm	AXIAL-0.4	Res2	1
R34	Resistor 250ohm	AXIAL-0.4	Res2	1
R35	Resistor 250ohm	AXIAL-0.4	Res2	1
R36	Resistor 250ohm	AXIAL-0.4	Res2	1
R37	Resistor 250ohm	AXIAL-0.4	Res2	1
R38	Resistor 250ohm	AXIAL-0.4	Res2	1
R39	Resistor 250ohm	AXIAL-0.4	Res2	1
R	Resistor 100ohm	AXIAL-0.4	Res2	1
SENSOR	Temperature Sensor LM45	SOT-23	Lm45	1
SENSOR1	CO Gas Sensor ME4-CO	ME4-CO	ME4-CO	1
SENSOR2	Ozone Gas Sensor MQ-131	MQ-131	MQ-131	1
SENSOR3	Humidity and Temperature Sensor SHT-11	SHT1x	SHT11	1
SENSOR4	Hydrogen Sulphide Sensor H2S(L)	H2S	H2S(L)	1
SENSOR5	Sulfur Dioxide Sensor SO2-AE	SO2_NO2	SO2-AE	1
SENSOR6	Sensor Gas NO2-AE	SO2_NO2	NO2-AE	1
U1	Register Parallel Serial 74LS164N	DIP14	74LS164N	1
U2	Register Parallel Serial 74LS164N	DIP14	74LS164N	1
U3	Register Parallel Serial 74LS164N	DIP14	74LS164N	1
U4	Register Parallel Serial 74LS164N	DIP14	74LS164N	1
U5	Register Parallel Serial 74LS164N	DIP14	74LS164N	1
U6	Register Parallel Serial 74LS164N	DIP14	74LS164N	1
U7	Register Parallel Serial 74LS164N	DIP14	74LS164N	1
UA	Low Power Dual Operational Amplifier LM358H	DIP8	LM358H	1
UB	Low Power Dual Operational Amplifier LM358H	DIP8	LM358H	1
UC	Low Power Dual Operational Amplifier LM358H	DIP8	LM358H	1
UD	Low Power Dual Operational Amplifier LM358H	DIP8	LM358H	1
UE	Low Power Dual Operational Amplifier LM358H	DIP8	LM358H	1

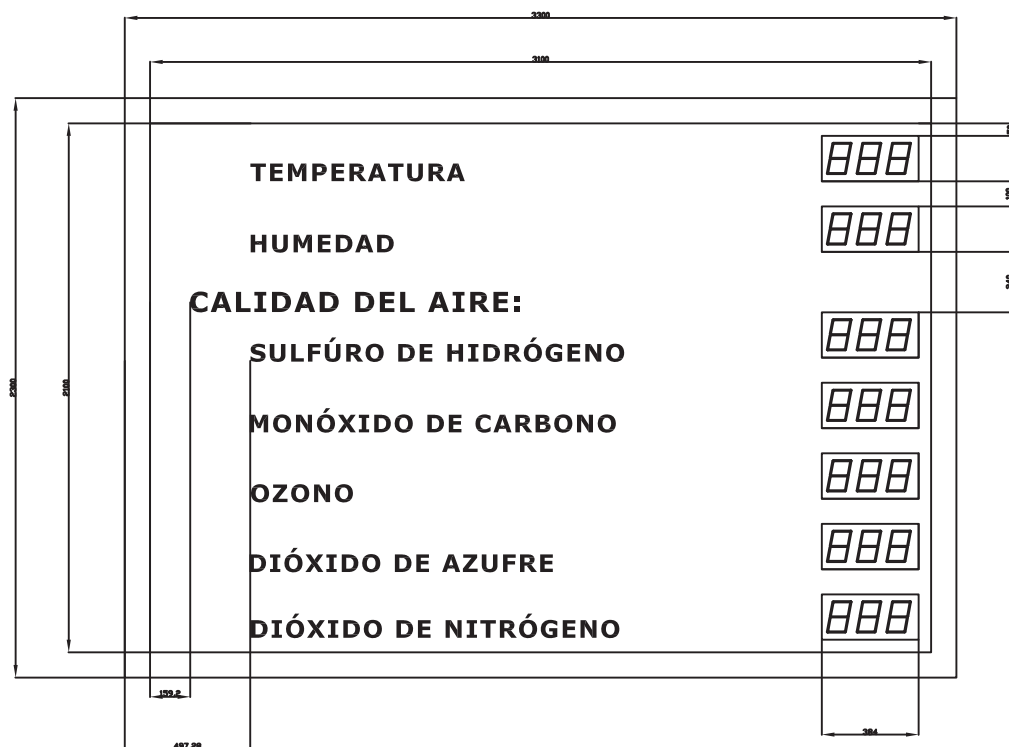
Dibujado:	Fecha:	Nombre:	Firma:	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA
Comprobado:	20/07/2011	Javier Gil Cabrejas		
Escala:	24/09/2011	Manuel Torres Portero		
LISTADO DE COMPONENTES MEDIDA				Planonº:
				9
				Curso: 2011/2012






	Fecha:	Nombre:	Firma:	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA	
Dibujado:	20/07/2011	Javier Gil Cabrejas		Plano nº:	10
Comprobado:	24/09/2011	Manuel Torres Portero			
Escala:	DESPIECE GENERAL PANEL				Curso: 2011/2012

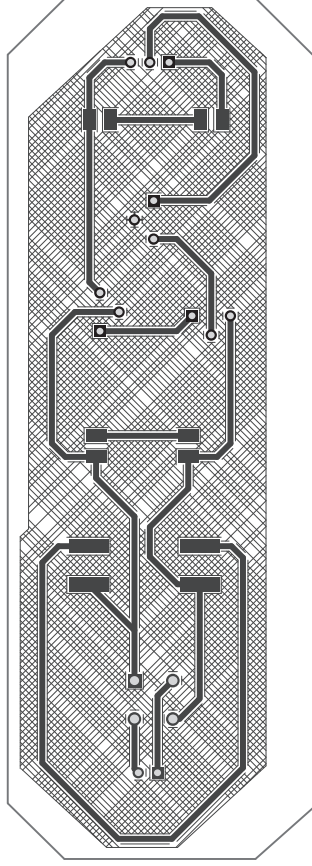




	Fecha:	Nombre:	Firma:	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA	
Dibujado:	20/07/2011	Javier Gil Cabrejas			
Comprobado:	24/09/2011	Manuel Torres Portero			
Escala:	SERIGRAFÍA PANEL GENERAL			Plano nº:	
1:40				12	
				Curso:	2011/2012

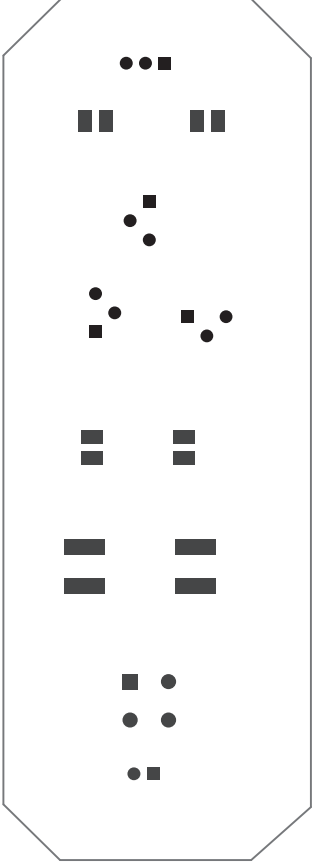


⌈
⋮
⌋



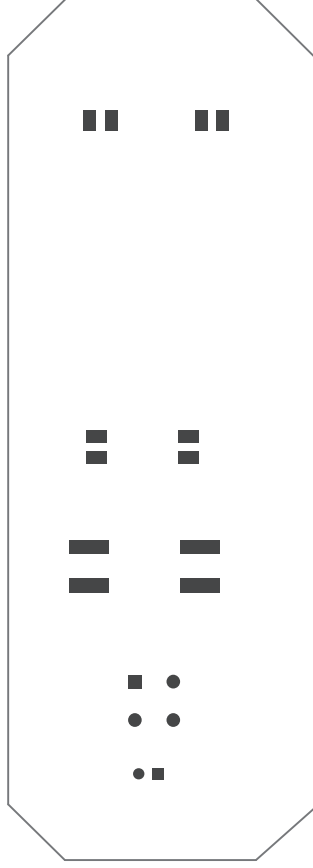
Fecha: Dibujado: 20/07/2011 Comprobado: 24/09/2011 Escala: 1:1		Nombre: Javier Gil Cabrejas Manuel Torres Portero	Firma:	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA
1:1		CARA TOP ALIMENTACIÓN		Plano nº: 14
				Curso: 2011/2012






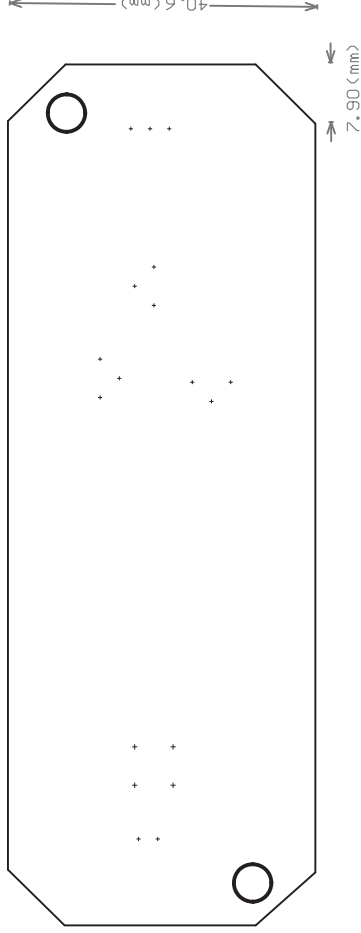
Fecha:		Nombre:		Firma:		ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA	
Dibujado:		20/07/2011		Javier Gil Cabrejas			
Comprobado:		24/09/2011		Manuel Torres Portero			
Escala:		1:1		Plano n.º:		15	
		MASCARILLA BOTTOM ALIMENTACIÓN		Curso:		2011/2012	





Fecha:		Nombre:		Firma:		ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA	
Dibujado:		Javier Gil Cabrejas					
Comprobado:		Manuel Torres Portero					
Escala:		1:1		Plano n.º:		Curso: 2011/2012	
		MASCARILLA TOP ALIMENTACIÓN		16			

114 (mm)




LEYENDA Ø:

- 0.90 mm.
- 5 mm. (taladro de sujeción de PCB)

	Fecha:	Nombre:	Firma:	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA
Dibujado:	20/07/2011	Javier Gil Cabrejas		
Comprobado:	24/09/2011	Manuel Torres Portero		
Escala:				
1:1	TALADRO PCB ALIMENTACIÓN			Plano nº: 17
				Curso: 2011/2012

Identificación General	Identificación Particular	Encapsulado	LibRef	Quantity
C1	Polarized Capacitor (Surface Mount)	CC5750-2220	Cap Pol3	1
C2	Polarized Capacitor (Surface Mount)	CC5750-2220	Cap Pol3	1
C3	Capacitor (Semiconductor SIM Model)	CC3225-1210	Cap Semi	1
C4	Capacitor (Semiconductor SIM Model)	CC3225-1210	Cap Semi	1
C5	Capacitor (Semiconductor SIM Model)	CC3225-1210	Cap Semi	1
C6	Capacitor (Semiconductor SIM Model)	CC3225-1210	Cap Semi	1
D1	Full Wave Diode Bridge	E-BIP-P4/D10	Bridge1	1
JP1	Header, 2-Pin	HDR1X2	Header 2	1
JP2	Header, 3-Pin	HDR1X3	Header 3	1
U1	High-Precision 10V IC Reference	TO-205AF	AD581LH	1
U2	High-Precision 10V IC Reference	TO-205AF	AD581LH	1
U3	5V, Micropower, Precision, Series Mode, Low Dropout Voltage Reference	TO-205AF	AD1585ART	1

	Fecha:	Nombre:	Firma:	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA	
Dibujado:	20/07/2011	Javier Gil Cabrejas			
Comprobado:	24/09/2011	Manuel Torres Portero			
Escala:	LISTADO DE COMPONENTES ALIMENTACIÓN			Plan nº:	
				18	
				Curso:	2011/2012